



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

INPE-14788-RPE/811

**MAPEAMENTO DA COLHEITA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO
ESTADO DE SÃO PAULO – ANO SAFRA 2006/2007**

Daniel Alves de Aguiar
Marcos Adami
Bernardo Friedrich Theodor Rudorff
Gildardo Arango Sánchez
Marco Aurélio Barros
Luciana Miura Sugawara
Yosio Edemir Shimabukuro
Maurício Alves Moreira

INPE
São José dos Campos
2007

Publicado por:

esta página é responsabilidade do SID

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Gabinete do Diretor – (GB)

Serviço de Informação e Documentação (SID)

Caixa Postal 515 – CEP 12.245-970

São José dos Campos – SP – Brasil

Tel.: (012) 3945-6911

Fax: (012) 3945-6919

E-mail: pubtc@sid.inpe.br

**Solicita-se intercâmbio
We ask for exchange**

Publicação Externa – É permitida sua reprodução para interessados.



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

INPE-14788-RPE/811

**MAPEAMENTO DA COLHEITA DA CANA-DE-AÇÚCAR NO
ESTADO DE SÃO PAULO – ANO SAFRA 2006/2007**

Daniel Alves de Aguiar
Marcos Adami
Bernardo Friedrich Theodor Rudorff
Gildardo Arango Sánchez
Marco Aurélio Barros
Luciana Miura Sugawara
Yosio Edemir Shimabukuro
Maurício Alves Moreira

INPE
São José dos Campos
2007

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

Agradecimento.....	5
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. ÁREA DE ESTUDO	6
3. MATERIAIS	8
3.1 Imagens de sensores remotos	8
3.2 Mapa da área de cana-de-açúcar.....	9
3.3 Dados SRTM.....	10
4. MÉTODO.....	10
4.1 Mapeamento das áreas colhidas de cana sob diferentes modos de colheita.....	11
4.1.1 Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME).....	12
4.1.2 Imagens de máximos e mínimos valores.....	14
4.2 Identificação das áreas com potencial para mecanização da colheita	16
5. RESULTADOS	18
5.1 Estimativa e mapeamento de áreas de cana sob diferentes modos de colheita	18
5.2 Áreas de cana sob diferentes modos de colheita e classes de declividade	32
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
Referências Bibliográficas.....	38
APÊNDICE A	41
APÊNDICE B.....	42
APÊNDICE C.....	43

LISTA DE FIGURAS

1.1 - Estado de São Paulo no contexto nacional.....	7
4.1 – Fluxograma da metodologia empregada.	11
4.2 – (a) Resposta espectral dos diferentes alvos; (b) imagem adquirida em 23/04/06, com destaque para os alvos de interesse.....	13
4.3 – Esquema de regra de decisão para mosaico dos temas.....	15
4.4 – Fluxograma de tratamento dos dados SRTM.	17
5.1 - Resposta espectral dos alvos de interesse (a, c, e, g) e recortes de imagens TM do Landsat-5 das seguintes órbitas/pontos - datas: (b) 219/75 - 23/04/06; (d) 220/74 - 01/06/06; (f) 220/76 - 23/10/06; (h) 221/75 - 12/09/06.....	19
5.2 – Sobreposição do tema não-cana, em cor amarela, na imagem TM do Landsat-5 adquirida em 17/06/2006 do município de Guariba/SP: (a) composição 3B4R5G; (b) fração cana crua; (c) fração cana queima; (d) fração cana bisada ou não colhida até 17/06/2006.....	20
5.3 – Processo de mapeamento do modo de colheita – município de Guariba/SP, com sobreposição do tema não-cana em cor verde claro: (a) imagem de máxima proporção de cana crua; (b) imagem de máxima proporção de cana queima; (c) imagem de mínima proporção de cana bisada; (d) fatiamento com limiar de 150 para cana crua (azul); (e) fatiamento com limiar de 145 para cana queima (amarelo); (f) fatiamento com limiar de 130 para cana bisada (verde escuro); (g) mosaico das classes; (h) mosaico final, pós-limpeza de pixels e edição matricial.	22
5.4 – Mapa de altimetria (a); mapa de declividade (b) e mapa dos modos de colheita da cana por classe de declividade para o município de Guariba, SP (c).	33
5.5 – Percentagem de cana colhida crua por município no Estado de São Paulo.	37

LISTA DE TABELAS

3.1 – Imagens do sensor TM do Landsat-5 utilizadas para mapeamento do modo de colheita, em destaque imagens com cobertura parcial de nuvens.	9
5.1 - Limiões de fatiamento utilizados para o mapeamento das classes Cana Crua, Cana Queima e Cana Bisada.....	21
5.2 – Área (ha) do modo de colheita de cana por município.....	23
5.3 –Área de cana colhida estimada pela SMA e pelo INPE por Região Administrativa (RA) e total.	34
5.4 – Modo de colheita nas áreas de expansão da cana.....	36

Agradecimento

Ao Dr. Márcio Valeriano pela cessão os dados SRTM tratados.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo da cana-de-açúcar é a principal atividade agrícola do Estado de São Paulo e tem grande peso na balança comercial nacional. O estado é responsável por 60% de toda a produção nacional de cana, açúcar e álcool e por 70% das exportações (UNICA, 2007). A produção estadual alcançou a marca de 264 milhões de toneladas em 2005, produção que garantiria ao estado o primeiro lugar entre os países produtores de cana-de-açúcar (FAO, 2007).

O relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas da ONU (IPCC), publicado em 2007, apontou tanto a necessidade imediata de reduzir a emissão dos gases potencializadores do efeito estufa quanto as conseqüências futuras da não resolução deste problema. Dentre as proposições feitas pelo IPCC está a substituição/redução de combustíveis veiculares de origem fóssil não-renovável por biocombustíveis renováveis. O aumento da produção de etanol e a expansão da área cultivada com a cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, a fim de atender a tal proposição, garante a esta cultura, posição de destaque ainda maior no cenário agrícola nacional. Entretanto, problemas de ordem socioeconômica e ambiental têm atraído a atenção da sociedade para a cultura da cana-de-açúcar.

Dentre estes problemas destaca-se a queima da cana para colheita e a conseqüente emissão de gases poluentes que diminuem a qualidade do ar e causam sérios prejuízos para a saúde pública. Com o intuito de extinguir as queimadas a Secretaria de Meio Ambiente (SMA) do

Estado de São Paulo e a União da Indústria de Cana-de-açúcar (UNICA) assinaram, em junho de 2007, um protocolo de intenções que estabelece como meta o fim das queimadas até 2014, nas áreas onde é possível a colheita mecânica. Este protocolo também prevê que até 2010, 70% da área de cana já deve ser colhida sem o uso do fogo e todas as novas áreas de cultivo da cana devem ser colhidas sem queima.

As imagens de sensoriamento remoto de média resolução espacial (p. ex. 30 x 30 m) permitem acompanhar/monitorar a colheita da cana-de-açúcar com uma frequência quinzenal/mensal (AGUIAR, 2007; AGUIAR et al., 2007). Neste sentido, este estudo tem como objetivo mapear a área de cana colhida com e sem o uso do fogo no Estado de São Paulo - ano-safra 2006/2007 - por meio de imagens de sensoriamento remoto e de técnicas de processamento digital e interpretação de imagens.

Como foco conseqüente deste estudo, as áreas mapeadas foram classificadas de acordo com a declividade a fim de identificar as áreas passíveis e as áreas inapropriadas à colheita mecânica. Estas áreas têm tratamento diferenciado no protocolo e identificá-las é de suma importância para o cumprimento do mesmo.

2. ÁREA DE ESTUDO

O Estado de São Paulo localiza-se aproximadamente entre os paralelos 19° 50' e 24° 30' S. e os meridianos 44° 00' e 53° 30' O (Figura 1.1), na região sudeste do Brasil, e tem uma área de 248.209,4 km².

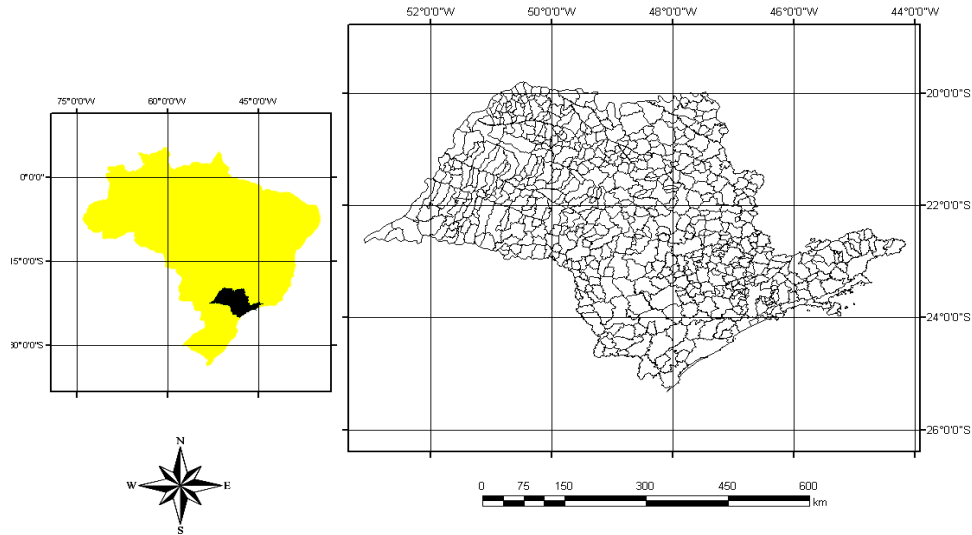


Figura 1.1 - Estado de São Paulo no contexto nacional.

O Estado está dividido em cinco grandes províncias geomorfológicas, sejam elas, planalto ocidental, *cuestas* basálticas, depressão periférica, planalto atlântico e a província costeira (PONÇANO, 1981). A cana-de-açúcar está concentrada na região centro-norte e oeste do Estado, com maior área ao longo dos meridianos $46^{\circ} 30'$ e $49^{\circ} 30'$ e dos paralelos $20^{\circ} 00'$ e $21^{\circ} 50'$, $22^{\circ} 20'$ e $23^{\circ} 20'$. Nesta região estão contidas três províncias: planalto ocidental, *cuestas* basálticas e depressão periférica (zonas do Mogi-Guaçu e do médio Tietê) com altitudes que variam de 200 a 600 m, de 600 a 800 m e chegam a 800 m, respectivamente (IGG, 1943).

Os solos do Estado de São Paulo pertencem predominantemente à classe dos latossolos e dos argissolos. Os latossolos preenchem grande parte do norte, do leste e do centro do Estado, com algumas manchas de neossolos. O sul é dominado pelos argissolos, latossolos e cambissolos. Os argissolos predominam também no oeste do estado, onde há ainda uma grande mancha de latossolos na região dos municípios de Araçatuba, Promissão e Penápolis (OLIVEIRA *et al.*, 1999).

O clima de São Paulo, segundo a classificação climática de Köppen, abrange sete tipos climáticos distintos, que correspondem majoritariamente ao clima úmido. O clima dominante é Cwa, que ocupa toda a parte central do estado e é caracterizado pelo clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno, com a temperatura média do mês mais quente superior a 22° C. As regiões norte e noroeste, onde está concentrado o plantio da cana-de-açúcar, pertencem ao tipo Aw, tropical chuvoso com inverno seco e mês mais frio com temperatura média superior a 18° C e precipitação inferior a 60 mm no mês mais seco. No sul do estado aparecem faixas de clima tropical, do tipo Cfa (CEPAGRI, 2006).

3. MATERIAIS

3.1 Imagens de sensores remotos

Para cobrir toda a área de cana do Estado de São Paulo foram necessárias 13 imagens do sensor TM a bordo do satélite Landsat-5 cujas órbitas/pontos estão apresentadas na Tabela 3.1 . Para cada órbita/ponto foi criado um banco de dados geográfico no qual foram armazenadas as imagens nas bandas: 3 (630 a 690 nm); 4 (760 a 900 nm); e 5 (1.550 a 1.750 nm). Imagens livres ou parcialmente livres de nuvens foram selecionadas de abril de 2006 (início da colheita) até início de dezembro quando termina a colheita da cana. A Tabela 3.1 lista todas as datas das imagens adquiridas por órbita/ponto no ano de 2006.

Tabela 3.1 – Imagens do sensor TM do Landsat-5 utilizadas para mapeamento do modo de colheita, em destaque imagens com cobertura parcial de nuvens.

Órbita/Ponto	Data 1	Data 2	Data 3	Data 4	Data 5	Data 6	Data 7
219/75	23-abr	25-maio	12-jul	14-set	19-dez	-	-
219/76	23-abr	9-maio	12-jul	14-set	19-dez	-	-
220/74	14-abr	30-abr	1-jun	3-jul	4-ago	5-set	24-nov
220/75	14-abr	6-jun	19-jul	5/set	23-out	24-nov	-
220/76	14-abr	16-maio	19-jul	5/set	23-out	24-nov	-
221/74	21-abr	24-jun	26-jul	27-ago	12-set	15-nov	-
221/75	21-abr	7-maio	24-jun	11-ago	12-set	15-nov	-
221/76	21-abr	24-jun	12-set	15-nov	1-dez	-	-
222/74	12-abr	30-maio	17-jul	19-set	24-dez	-	-
222/75	12-abr	30-maio	17-jul	3-set	19-set	21-out	22-nov
222/76	12-abr	30-maio	17-jul	3-set	21-out	22-nov	-
223/74	19-abr	6-jun	25-ago	26-set	28-out	13-nov	-
223/75	19-abr	6-jun	25-ago	26-set	13-nov	-	-

3.2 Mapa da área de cana-de-açúcar

O mapa das áreas de cana-de-açúcar para o ano safra 2006/2007 foi obtido do Projeto CANASAT (www.dsr.inpe.br/canasat), desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em conjunto com a União da Agroindústria Canavieira (UNICA), com o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) e com o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA). A metodologia para geração deste mapa foi descrita em Rudorff et al. (2005, 2004a e 2004b) e foi baseada na classificação e na interpretação de imagens de sensores remotos. Este mapa apresenta toda a área cultivada com cana e possui as seguintes classes: Cana 2006 (cana soca disponível para colheita na safra 2006/07), Cana 2006-Planta/Reforma 2005 (cana de ano-e-meio plantada em 2005), Cana 2006-Planta/Expansão 2005 (cana de ano e cana de ano-e-meio plantada em 2005), Cana Reforma 2006 (área reformada com cana de ano-e-meio) e Outros (não cana).

3.3 Dados SRTM

As informações de declividade, necessárias para estabelecimento das áreas propícias à mecanização foram obtidas a partir do modelo digital de elevação do projeto *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), conforme descrito por Rabus et al. (2003), disponibilizados pela NASA (<http://srtm.usgs.gov/data/obtainingdata.html>) e processadas por Valeriano (2004).

Segundo Valeriano (2004) os dados SRTM exprimem a elevação da superfície com todos objetos presentes no terreno, tais como: edificações, desmatamento, obras de corte/aterro, represas, bem como o nível da superfície de corpos d'água extensos, diferentemente da característica desejável a dados topográficos, que devem representar somente o terreno. Para atingir as características desejáveis, este processamento visa a remoção das falhas, redução de artefatos e distribuição da aleatoriedade e é realizado por meio de krigagem. Além disto, após o processamento, os dados passam a ter uma resolução espacial de 30 x 30 m.

4. MÉTODO

A metodologia foi dividida em duas etapas distintas. A primeira etapa tratou do processamento das imagens, da aplicação do modelo linear de mistura espectral e processos conseqüentes para estimar e identificar a área colhida de cana-de-açúcar com e sem o uso do fogo. A segunda etapa consistiu no tratamento dos dados SRTM e posterior integração com as informações sobre o modo de colheita da cana. A Figura 4.1 apresenta as principais etapas do trabalho e que serão detalhadas a seguir.

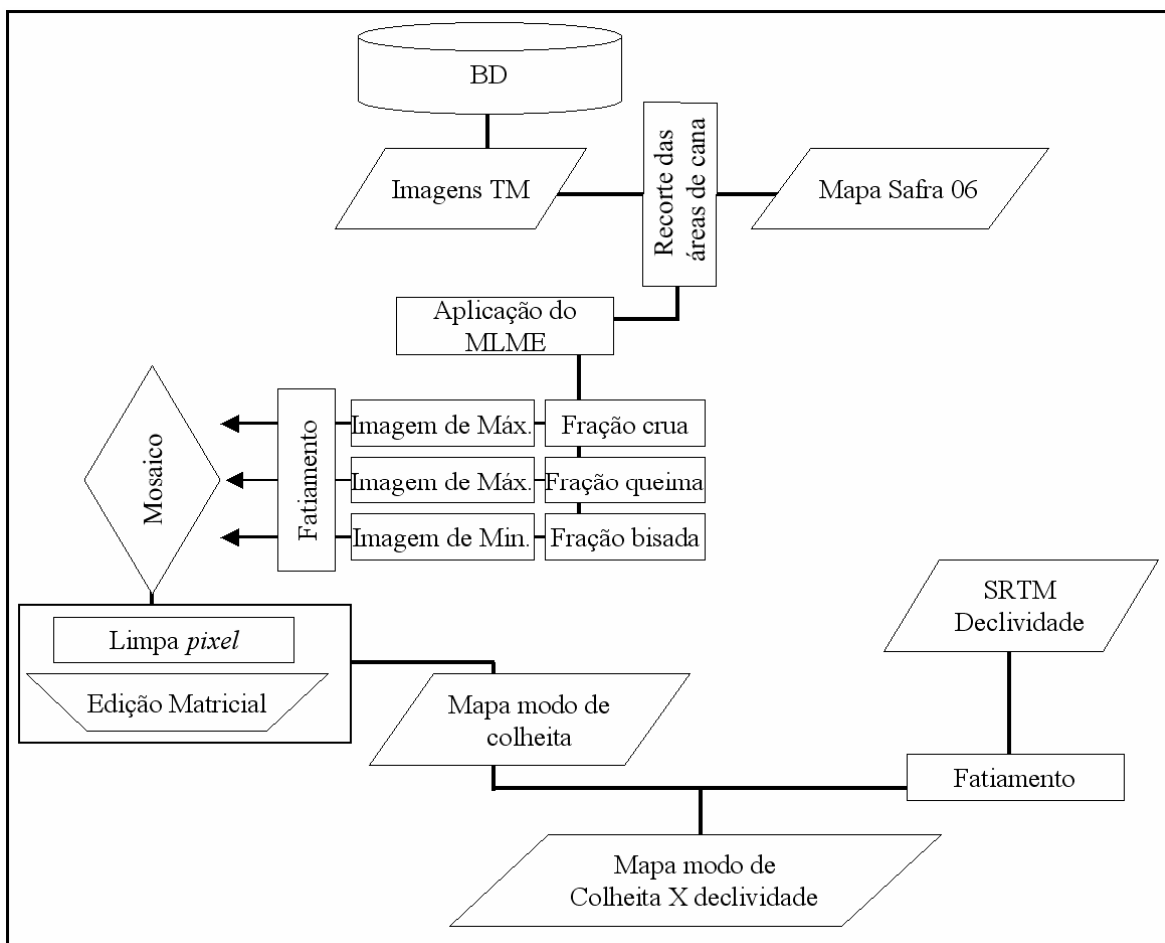


Figura 4.1 – Fluxograma da metodologia empregada.

4.1 Mapeamento das áreas colhidas de cana sob diferentes modos de colheita

Todas as imagens foram referenciadas ao sistema de projeção Policonica com *datum* planimétrico SAD69. Para tanto, foi utilizado como suporte ao registro uma base de cenas do sensor ETM+ do Landsat-7 ortorretificadas, com erro médio de posicionamento horizontal de 50 m (Tucker et al., 2004).

Com vistas a restringir as análises apenas às áreas de interesse, foram mantidas, como máscara para o recorte, somente as classes referentes às áreas que foram colhidas na safra em questão, i e., Cana 2006; Cana 2006 Planta/Reforma 2005; Cana 2006 Planta/Expansão 2005, convertidas em uma única classe denominada Cana 2006.

4.1.1 Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME)

O MLME é uma técnica que tem por base a análise *sub-pixel* e parte do princípio que um *pixel* é uma combinação linear da refletância de diferentes alvos, contendo informação sobre a proporção e a resposta espectral de cada componente dentro do elemento de resolução espacial do sensor (SHIMABUKURO e SMITH, 1991). Em outras palavras, a resposta de cada *pixel* em um comprimento de onda qualquer pode ser considerada uma mistura das respostas de cada alvo, em que o *pixel* assume um valor na escala de cinza (CROSS *et al.*, 1991; QUARMBY *et al.*, 1992; LOBELL e ASNER, 2004). Lobell e Asner (2004) propõem a seguinte equação para o modelo:

$$\rho = \sum_{i=1}^m C_i \rho_i + \varepsilon \quad (4.1)$$

em que: ρ é a refletância observada do *pixel* em uma banda qualquer; C_i é a fração de cobertura do alvo no *pixel*; ρ_i é a refletância do *endmember* ou do membro de referência; e ε é o erro residual do modelo. Devem-se usar duas restrições na solução da Equação 4.1, a saber: que C_i tenha valores entre 0 e 1 e que a somatória de $C_i = 1$ (SHIMABUKURO e SMITH, 1991).

Existem vários métodos para escolha dos *endmembers*, entre os quais destacam-se dois: a) uso de assinaturas espectrais contidas em bibliotecas espectrais ou ainda de trabalhos anteriores e b) escolha de *pixels* puros representativos do alvo correspondente ao *endmember* apontado na imagem. Esta escolha é crítica para estimativa correta das proporções dos alvos em cada *pixel* (PASTOR, 2002; QUINTANO *et al.*, 2006).

Nesta etapa foram excluídas todas as imagens com presença de nuvens e em seguida foi aplicado, a cada uma das imagens livres de nuvens, um modelo linear de mistura espectral.

A exclusão das imagens com nuvens justifica-se pela confusão entre a resposta espectral das áreas de cana colhida sem o uso do fogo e a resposta espectral das nuvens, já que ambas têm elevada refletância nas imagens nas três bandas do sensor TM (Figura 4.2).

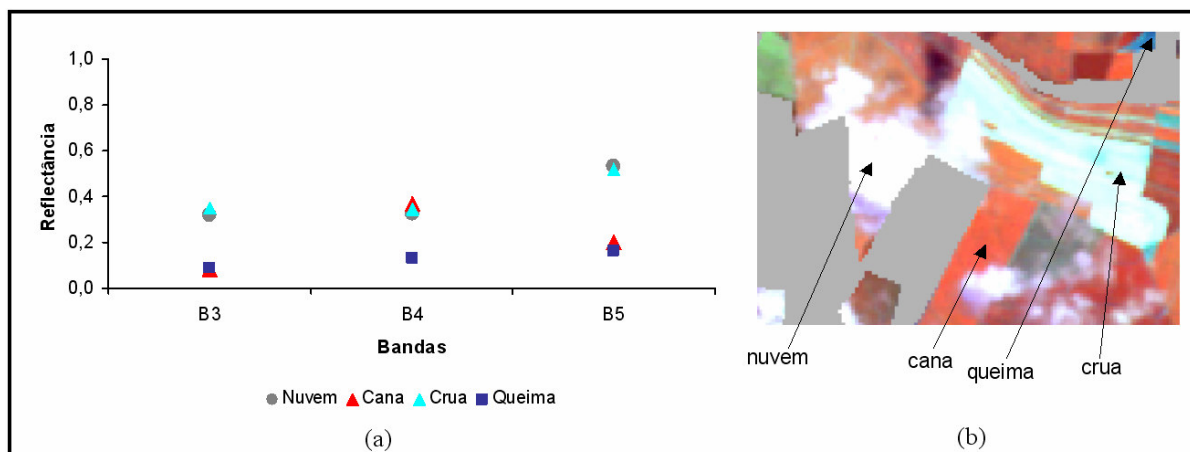


Figura 4.2 – (a) Resposta espectral dos diferentes alvos; (b) imagem adquirida em 23/04/06, órbita ponto 219/76 (ponto central: lat. 21°07'15,10" S, long. 48°20'43'26" O) com destaque para os alvos de interesse.

Neste trabalho, optou-se pela seleção dos *endmembers* diretamente nas imagens TM do Landsat-5 (composições 3B4R5G¹) e com o conhecimento prévio das respostas espectrais dos alvos de interesse, sejam eles: cana colhida crua, cana colhida com o uso do fogo e cana não colhida. Foram analisadas as respostas espectrais dos alvos selecionados em cada uma das bandas, a fim de garantir que as respostas dos alvos fossem dispares e representassem o comportamento dos alvos, para obter um melhor resultado com a aplicação do MLME.

Os valores dos *pixels* de cada uma das imagens fração são diretamente proporcionais à quantidade do *endmember* contido nos mesmos. Valores de *pixels* nas imagens fração

¹ Uma composição colorida R (red) G (green) B (blue) é composta por informações provenientes de imagens obtidas em três bandas do espectro eletromagnético. A cada banda é atribuída uma cor, R, G, ou B. Na Figura 4.2 as cores R, G e B foram atribuídas às bandas do sensor TM no infravermelho próximo (banda 4), infravermelho médio (banda 5) e vermelho (banda 3), respectivamente.

acima de 255 indicam *endmembers* mais puros do que os escolhidos para aplicação do modelo. Sendo assim, as imagens resultantes foram analisadas, em associação com a imagem erro, e serviram de guia para a escolha de novos *endmembers* com o objetivo de melhorar a aplicação do MLME. Este processo se repetiu até que fosse alcançado o menor número de valores de *pixels* acima de 255 nas imagens fração, o que indica uma boa escolha dos *endmembers*. Desta forma, foi aplicado a cada uma das imagens livres de nuvens, um MLME.

4.1.2 Imagens de máximos e mínimos valores

Após a obtenção das imagens-fração referentes a todas as datas livres de nuvens para cada órbita/ponto foi calculada uma imagem de máximo valor para o *endmembers* cana colhida crua e outra imagem de máximo para o *endmember* cana colhida com o uso do fogo, renomeadas para cana crua e cana queima. Foi calculado também uma imagem de mínimo valor do *endmember* cana não colhida. As imagens de máximo permitem identificar o modo de colheita, enquanto com a imagem de mínimo pode-se identificar as áreas de cana bisada (*endmember* cana não colhida).

Dado que os valores dos *pixels* de cada uma das imagens fração são relacionados à proporção do *endmember* contido nos mesmos o cálculo dos *pixels* com os valores de máximo dos *endmembers* cana crua e cana queima indica a quantidade máxima destes *endmembers* no tempo e possibilita o mapeamento destas classes. Por outro lado, um *pixel* com um valor elevado de cana bisada na imagem de mínimo indica que aquela área de cana não foi colhida em nenhuma imagem.

As imagens de máximo de cana crua, máximo de cana queima e mínimo de cana bisada foram fatiadas por um limiar estabelecido por meio de análise visual, uma vez que a

escolha dos *endmembers* variou para cada data e para cada órbita/ponto. Nesta etapa o valor de cada *pixel* é comparado ao valor do limiar estabelecido e quando este valor é maior o *pixel* é classificado com o tema de interesse.

O passo seguinte foi reunir cada um dos temas fatiados em um único mapa, contendo as três classes. Para realizar o mosaico dos temas foi estabelecida uma regra de decisão que leva em conta o comportamento espectral destes alvos. Os *pixels* que não atenderam a nenhum critério estabelecido foram classificados como Dúvida. Este procedimento evita a sobreposição das classes e está apresentado na Figura 4.3.

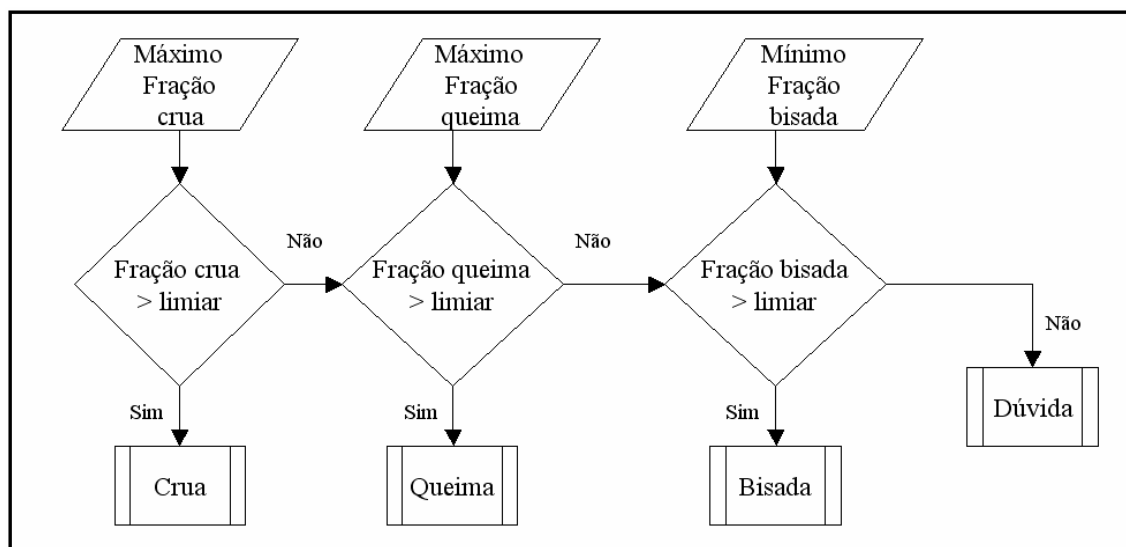


Figura 4.3 – Esquema de regra de decisão para mosaico dos temas.

Sobre este mapa foi aplicado um programa em LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) para remoção de *pixels* isolados. Este programa foi desenvolvido por Berka *et al.* (2005) e leva em consideração a vizinhança de cada *pixel* para remoção de áreas menores que 20 ha e de *pixels* isolados.

A seguir foi feita a interpretação visual das imagens na tela do computador a fim de minimizar os erros de omissão e de inclusão gerados pelo fatiamento e pelo mosaico das

classes, além de integrar na análise as imagens com presença de nuvens. Para isto, sobrepõe-se o mapa classificado às imagens digitais disponíveis, mesmo as imagens com presença de nuvens, para definir se o polígono classificado era de fato pertencente ao tema atribuído e também para corrigir possíveis erros de borda.

Para identificação do modo de colheita e correção dos erros de mapeamento foram estabelecidos alguns critérios, a saber:

- Para interpretação das imagens foram utilizadas composições 3B4R5G;
- As imagens com nuvens, não utilizadas anteriormente, foram avaliadas, pois em áreas livres de nuvens forneciam informações não aproveitadas na geração das imagens-fração;
- As imagens foram avaliadas em ordem cronológica e a partir do momento em que o modo de colheita foi identificado este foi mapeado e não mais alterado;
- As áreas mapeadas como dúvida, de acordo com a regra de decisão supracitada, deveriam ser sanadas pelo intérprete;
- Áreas mapeadas como dúvida, onde o intérprete não identificou o modo de colheita, foram mantidas nesta classe, posteriormente sanadas pelo revisor.

Efetuada a edição matricial, todos os mapas resultantes foram revisados por um único intérprete para garantir a homogeneidade das interpretações e em seguida foi gerado um mosaico para confecção do mapa final.

4.2 Identificação das áreas com potencial para mecanização da colheita

Neste trabalho foram utilizados os dados SRTM, resultantes da aplicação da metodologia desenvolvida por Valeriano (2004). As principais etapas do tratamento dos dados são

apresentadas na Figura 4.4. A partir da grade de altimetria (MDE final) com resolução horizontal de 30 m obteve-se a declividade.

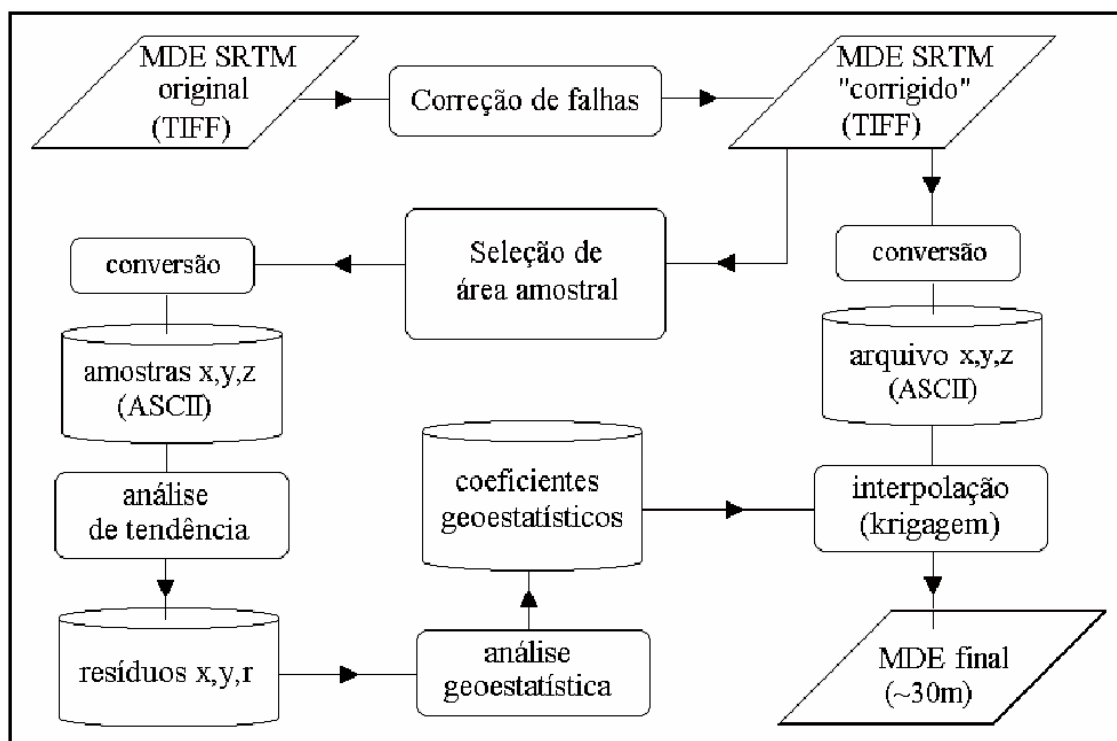


Figura 4.4 – Fluxograma de tratamento dos dados SRTM.

Fonte: Valeriano (2000)

A legislação vigente prevê, levando em consideração determinações de engenharia, que áreas com declividade maior que 12% são impróprias para colheita mecânica. Este limiar foi utilizado para fatiar a grade de declividade em duas classes: áreas mecanizáveis e áreas não mecanizáveis. Em seguida foi realizada a intersecção deste plano de informação com o mapa das áreas colhidas sob diferentes modos de colheita resultando em seis diferentes classes, sejam elas: Cana crua <12%; Cana crua >12%; Cana queima <12%; Cana queima >12%; Cana bisada <12% e Cana bisada >12%.

5. RESULTADOS

5.1 Estimativa e mapeamento de áreas de cana sob diferentes modos de colheita

O uso do MLME proporcionou o realce dos alvos de interesse na imagem. Exemplos dos alvos de interesse e as respostas espectrais correspondentes são apresentadas na Figura 5.1. As diferenças das curvas de refletância dos alvos foram significativas, pré-requisito do modelo (SHIMABUKURO e SMITH, 1991). Na Figura 5.1d, canto superior direito, é possível identificar áreas intercaladas de cana em pé e cana cortada crua, que pode ser um indicador da colheita mecânica. Na banda 3 a refletância da cana em pé é baixa em decorrência da absorção da radiação incidente pelos pigmentos das folhas da cana. Já na faixa do infravermelho próximo (bandas 4) a refletância é alta e aumenta gradativamente com o aumento da quantidade de folhas em função das múltiplas reflexões da radiação incidente nos espaços intracelulares do mesófilo foliar. Na banda 5 a refletância diminui em função da absorção pela água nas folhas (Figura 5.1a e 5.1c; RUDORFF e BATISTA, 1985).

As Figuras 5.1f e 5.1h apresentam grandes extensões de áreas queimadas para o corte com baixa refletância em todos os intervalos do espectro eletromagnético avaliados, devido à presença da cinza decorrente da queima (Figura 5.1e e 5.1g). Em contrapartida, as áreas onde a cana foi colhida crua têm alta refletância, devido à presença de restos culturais compostos principalmente por folhas secas. Pode-se dar destaque para o aumento da refletância observada na banda 5, em decorrência da redução do teor de água do interior das células das folhas mortas.

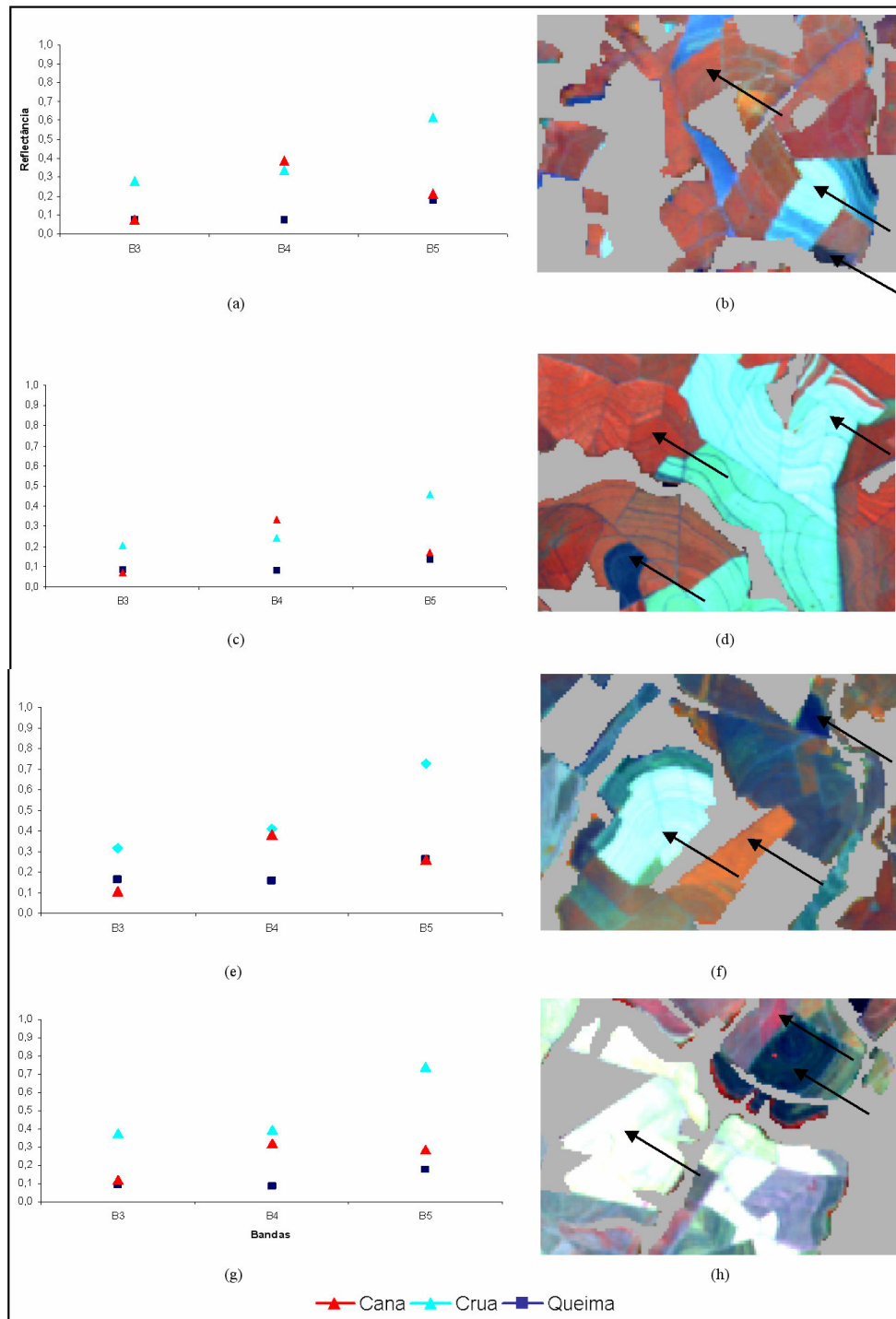


Figura 5.1 - Resposta espectral dos alvos de interesse (a, c, e, g) e recortes de imagens TM do Landsat-5 em composição 3B4R5G das seguintes órbitas/pontos - datas: (b) 219/75 - 23/04/06; (d) 220/74 - 01/06/06; (f) 220/76 - 23/10/06; (h) 221/75 - 12/09/06.

A composição colorida 3B4R5G com sobreposição do tema não-cana em cor amarela, referente à órbita/ponto 221/75 e as imagens fração correspondentes são apresentadas na Figura 5.2. Percebe-se que a diferença espectral entre os alvos é evidente na imagem. Nesta composição colorida os tons claros de ciano são áreas de colheita sem o uso do fogo, os tons de azul escuro são áreas colhidas com o uso do fogo e os tons avermelhados indicam as áreas de cana ainda não colhida.

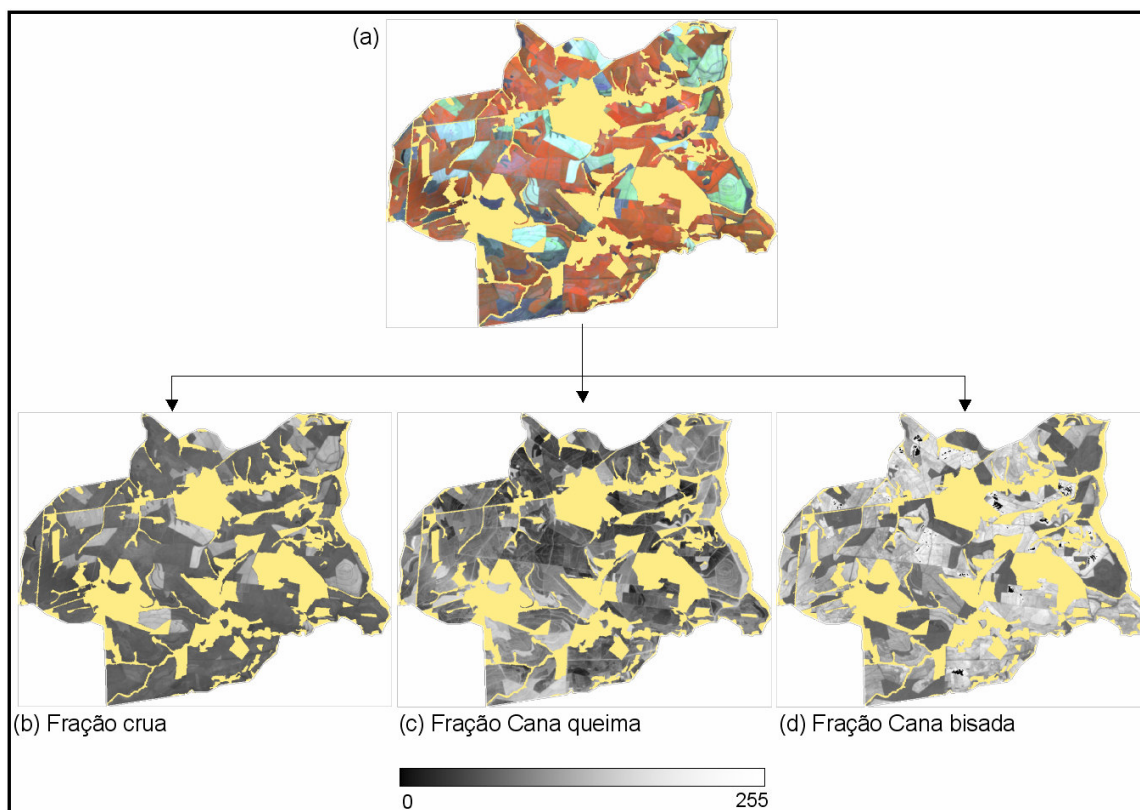


Figura 5.2 – Sobreposição do tema não-cana, em cor amarela, na imagem TM do Landsat-5 adquirida em 17/06/2006 do município de Guariba/SP: (a) composição 3B4R5G; (b) fração cana crua; (c) fração cana queima; (d) fração cana bisada ou não colhida até 17/06/2006.

Nas imagens fração, os maiores níveis de cinza representam as maiores proporções. Por comparação visual percebe-se a correlação entre as áreas de colheita da cana crua e imagens fração correspondentes. Tal correlação também pode ser constatada para as outras imagens fração e seus respectivos *endmembers*.

As imagens de máximo e mínimo geradas a partir das imagens-fração dos *endmembers* para todas as datas disponíveis em cada órbita/ponto foram fatiadas de acordo com os limiares apresentados na Tabela 5.1. Os diferentes valores de limiares aplicados devem-se aos tipos de solos dispare.

Tabela 5.1 - Limiares de fatiamento utilizados para o mapeamento das classes Cana Crua, Cana Queima e Cana Bisada.

Órbita/Ponto	Cana Crua	Cana Queima	Cana Bisada
219/75	150	145	140
219/76	150	145	140
220/74	150	145	140
220/75	150	145	140
220/76	180	135	140
221/74	150	145	140
221/75	150	145	130
221/76	150	145	140
222/74	150	145	140
222/75	160	135	140
222/76	150	145	140
223/74	160	135	140
223/75	180	135	140

A Figura 5.3 apresenta as imagens de máximo da cana crua e da cana queima, além da imagem de mínimo da cana em pé da órbita/ponto 221/75 e o fatiamento resultante de acordo com os valores apresentados na tabela supracitada. As áreas em branco na Figura 5.3g foram classificadas como dúvida e posteriormente editadas pelo intérprete com auxílio de todas as imagens disponíveis (Tabela 1.1).

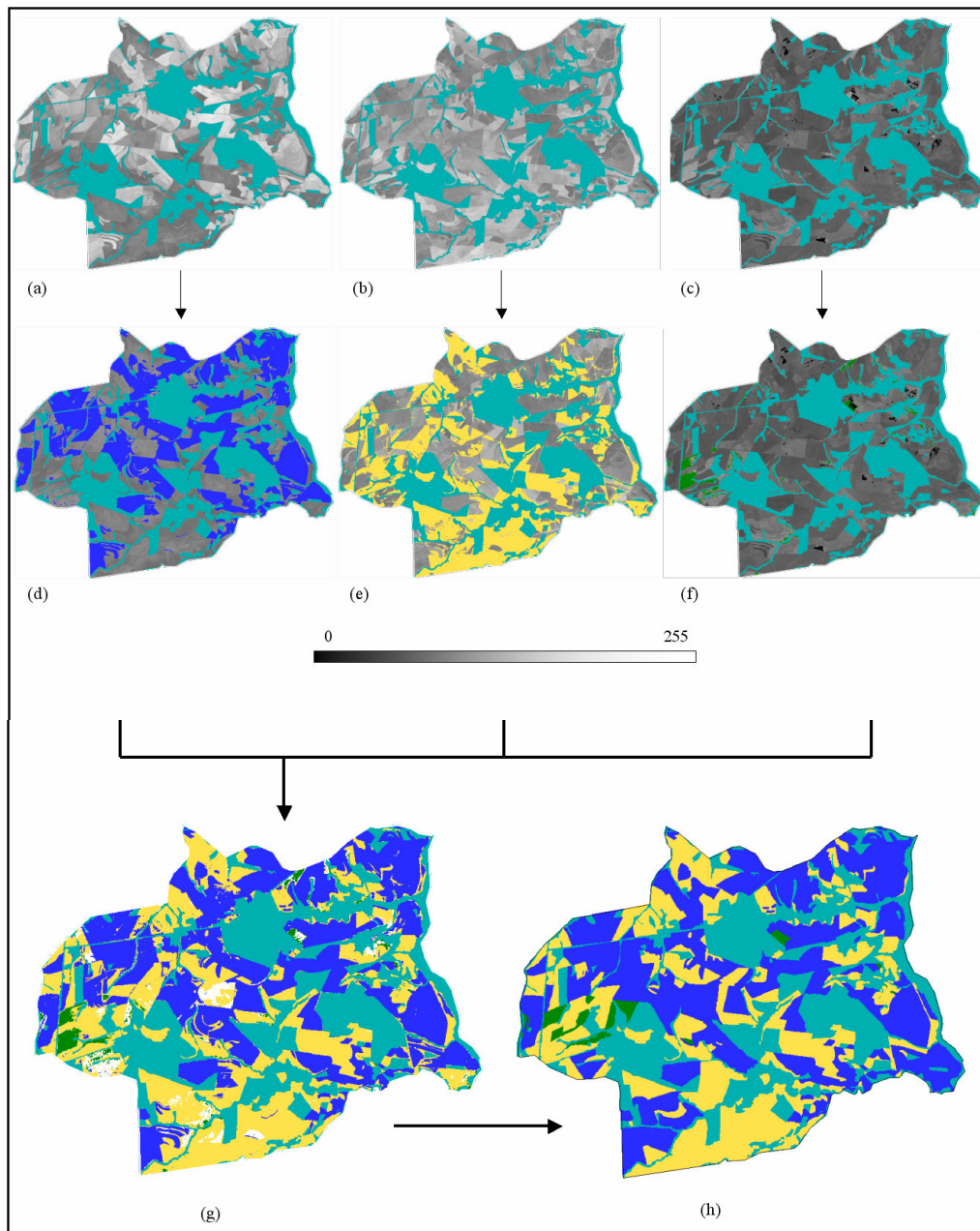


Figura 5.3 – Processo de mapeamento do modo de colheita – município de Guariba/SP, com sobreposição do tema não-cana em cor verde claro: (a) imagem de máxima proporção de cana crua; (b) imagem de máxima proporção de cana queima; (c) imagem de mínima proporção de cana bisada; (d) fatiamento com limiar de 150 para cana crua (azul); (e) fatiamento com limiar de 145 para cana queima (amarelo); (f) fatiamento com limiar de 130 para cana bisada (verde escuro); (g) mosaico das classes; (h) mosaico final, pós-limpeza de pixels e edição matricial.

A não identificação do modo de colheita destas áreas deve-se à ausência de imagens disponíveis tão logo a colheita ocorra. Condições do tempo e de manejo influenciam a identificação das áreas colhidas e podem, p. ex. descaracterizar uma área queimada na imagem. As proporções dos *endmembers* são susceptíveis a tais influências, como também ao tempo entre o evento de colheita e a análise da imagem.

A comparação entre as Figuras 5.3g e 5.3h aponta que *pixels* isolados, pequenas áreas (menores que 20 ha) e erros de mapeamento foram corrigidos com o LEGAL limpa – *pixel* e na fase de interpretação visual, dando maior fidelidade ao mapa.

O mosaico dos mapas do modo de colheita de cada órbita/ponto foi feito para se obter um único mapa de todo o Estado de São Paulo (Apêndice 1). A intersecção entre este mapa e o mapa político-administrativo, permitiu gerar informações sobre a área em hectares dos modos de colheita para cada município conforme apresentado na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Área (ha) do modo de colheita de cana por município.

MUNICIPIOS	Crua (ha)	Queima (ha)	Bisada (ha)	Total (ha)
ADAMANTINA	1.693,2	8.609,1	104,4	10.406,7
ADOLFO	1.019,8	-	41,6	1.061,4
AGUAI	1.281,9	5.337,5	746,4	7.365,8
AGUAS DE SANTA BARBARA	922,7	50,8	4,5	977,9
AGUDOS	5.376,9	648,7	104,1	6.129,7
ALTAIR	2.850,0	5.588,5	25,6	8.464,1
ALTINOPOLIS	4.219,1	9.731,3	322,9	14.273,4
ALTO ALEGRE	3.512,8	3.939,8	26,6	7.479,1
ALVINLANDIA	-	0,7	-	0,7
AMERICANA	586,4	1.446,1	52,3	2.084,9
AMERICO BRASILIENSE	3.692,7	3.927,2	501,8	8.121,6
AMERICO DE CAMPOS	-	12,8	-	12,8
AMPARO	198,8	1.344,3	67,3	1.610,5
ANALANDIA	1.317,9	880,0	167,3	2.365,2
ANDRADINA	6.823,2	5.571,1	158,1	12.552,4
ANGATUBA	3,0	245,4	-	248,4
ANHEMBI	2.609,3	1.976,5	4,3	4.590,1
ANHUMAS	-	149,4	-	149,4
APARECIDA D'OESTE	-	275,9	3,2	279,0
ARACATUBA	3.046,3	16.762,6	331,1	20.140,0
ARACOIABA DA SERRA	27,3	289,9	-	317,2
ARAMINA	2.118,6	10.833,5	519,5	13.471,6
ARARAQUARA	15.872,5	21.922,7	644,6	38.439,8

Tabela 5.2 – Continuação.

MUNICIPIOS	Crua (ha)	Queima (ha)	Bisada (ha)	Total (ha)
ARARAS	7.958,3	17.946,7	2.421,8	28.326,9
ARCO-IRIS	1.327,5	985,8	27,5	2.340,7
AREALVA	46,6	1.603,4	37,4	1.687,4
AREIOPOLIS	1.945,8	3.949,9	30,2	5.925,9
ARIRANHA	2.296,0	5.238,2	483,5	8.017,7
ARTUR NOGUEIRA	533,8	962,7	137,8	1.634,3
ASSIS	4.426,6	3.615,8	812,9	8.855,3
AURIFLAMA	75,0	111,9	-	186,8
AVAI	1.253,6	340,7	478,7	2.073,1
AVANHANDAVA	12.978,9	1.582,7	694,0	15.255,6
AVARE	2.276,9	3.189,3	24,5	5.490,7
BADY BASSITT	389,3	181,4	49,7	620,5
BALBINOS	52,2	-	0,7	52,9
BALSAMO	185,6	481,8	-	667,4
BARBOSA	3.568,2	244,2	89,6	3.902,0
BARIRI	1.230,2	15.584,0	841,0	17.655,2
BARRA BONITA	685,8	8.629,7	221,4	9.536,9
BARRETOS	7.849,4	31.659,1	1.674,9	41.183,5
BARRINHA	7.271,7	2.811,3	418,8	10.501,8
BASTOS	260,8	412,3	-	673,1
BATATAIS	8.059,1	29.289,5	1.077,1	38.425,8
BAURU	99,3	-	29,0	128,3
BEBEDOURO	4.969,2	20.371,1	526,6	25.866,9
BENTO DE ABREU	2.138,4	10.894,0	1,0	13.033,4
BERNARDINO DE CAMPOS	230,9	4.570,7	216,1	5.017,7
BILAC	3,9	1.414,7	-	1.418,6
BIRIGUI	568,4	1.543,1	7,4	2.118,9
BOA ESPERANCA DO SUL	8.724,3	11.931,6	651,2	21.307,1
BOCAINA	2.027,9	10.155,5	895,2	13.078,6
BOITUVA	1.583,0	3.014,2	46,4	4.643,6
BORA	661,2	2.171,6	-	2.832,8
BORACEIA	23,9	5.371,7	168,8	5.564,4
BORBOREMA	6.982,9	6.303,1	1.279,7	14.565,7
BOREBI	2.886,2	1.077,5	134,9	4.098,6
BOTUCATU	7.787,6	5.006,1	1,5	12.795,2
BRAUNA	583,4	4.092,0	57,8	4.733,2
BREJO ALEGRE	8,1	89,9	-	98,0
BRODOSQUI	1.731,6	8.559,8	490,1	10.781,6
BROTAS	2.679,2	12.851,6	1.285,1	16.816,0
BURI	-	84,3	-	84,3
BURITAMA	101,6	426,2	-	527,9
BURITIZAL	4.392,6	3.358,2	489,8	8.240,6
CABRALIA PAULISTA	284,6	33,3	-	317,9
CACONDE	88,1	135,6	21,8	245,5
CAFELANDIA	4.135,1	3.806,6	1.048,2	8.989,9
CAIABU	1.322,8	4.326,8	796,2	6.445,9
CAIUA	48,1	3.098,5	31,1	3.177,7
CAJOBI	1.201,8	3.768,8	422,6	5.393,2
CAJURU	3.728,8	7.650,0	576,7	11.955,5
CAMPINAS	618,8	855,9	-	1.474,7
CAMPOS NOVOS PAULISTA	1.008,1	457,1	50,4	1.515,6

Continua...

Tabela 5.2 – Continuação.

MUNICIPIOS	Crua (ha)	Queima (ha)	Bisada (ha)	Total (ha)
CANDIDO MOTA	208,5	14.178,6	782,5	15.169,6
CANDIDO RODRIGUES	497,1	1.046,3	0,1	1.543,4
CANITAR	169,7	3.238,8	58,2	3.466,8
CAPELA DO ALTO	414,3	47,5	-	461,8
CAPIVARI	9.787,1	9.765,9	51,1	19.604,1
CASA BRANCA	2.558,9	5.658,4	380,7	8.598,0
CASSIA DOS COQUEIROS	90,2	45,5	8,1	143,8
CASTILHO	1.733,5	4.065,9	8,8	5.808,2
CATANDUVA	5.841,3	6.271,4	1.122,3	13.235,0
CATIGUA	4.821,6	3.675,0	645,8	9.142,3
CEDRAL	993,4	2.479,5	15,4	3.488,3
CERQUEIRA CESAR	326,4	1.203,9	135,5	1.665,8
CERQUILHO	809,3	1.663,8	12,3	2.485,4
CESARIO LANGE	682,3	3.386,4	24,4	4.093,1
CHARQUEADA	3.157,1	3.641,5	188,0	6.986,6
CHAVANTES	1.857,5	8.127,6	602,0	10.587,2
CLEMENTINA	876,8	3.055,8	3,8	3.936,3
COLINA	2.798,4	16.527,8	224,7	19.550,9
COLOMBIA	1.830,0	8.401,3	1.043,1	11.274,4
CONCHAL	122,7	438,1	33,3	594,1
CONCHAS	637,0	3,7	-	640,7
CORDEIROPOLIS	2.139,1	4.843,6	336,5	7.319,3
COROADOS	561,2	2.490,1	35,2	3.086,5
CORUMBATAI	2.368,7	577,9	5,4	2.952,0
COSMOPOLIS	838,4	4.652,6	242,7	5.733,7
COSMORAMA	726,8	847,4	50,0	1.624,2
CRAVINHOS	4.921,4	14.025,0	211,2	19.157,6
CRISTAIS PAULISTA	81,2	29,9	-	111,1
CRUZALIA	25,3	952,4	-	977,7
DESCALVADO	7.304,5	10.667,1	1.295,7	19.267,3
DIVINOLANDIA	-	0,4	-	0,4
DOBRADA	2.780,6	8.074,4	65,3	10.920,2
DOIS CORREGOS	13.287,6	15.524,9	2.365,0	31.177,5
DOURADO	534,4	3.818,3	993,8	5.346,5
DRACENA	220,1	3.184,7	139,0	3.543,8
DUARTINA	-	8,2	-	8,2
DUMONT	2.958,0	5.257,3	10,0	8.225,3
ECHAPORA	1.649,7	2.267,6	212,0	4.129,2
ELIAS FAUSTO	2.412,6	3.838,8	1.357,3	7.608,7
ELISIARIO	2.355,6	1.603,4	452,2	4.411,2
EMBAUBA	587,6	1.780,5	220,9	2.588,9
EMILIANOPOLIS	409,3	2.444,9	12,5	2.866,7
ENGENHEIRO COELHO	289,8	900,7	191,7	1.382,2
ESPIRITO SANTO DO PINHAL	32,2	926,7	110,5	1.069,5
ESPIRITO SANTO DO TURVO	2.299,5	817,7	197,6	3.314,7
ESTIVA GERBI	293,0	219,8	11,2	524,0
ESTRELA DO NORTE	4,5	1,0	16,0	21,5
ESTRELA D'OESTE	282,6	1.124,7	834,3	2.241,6
EUCLIDES DA CUNHA PAULISTA	-	1.011,5	99,0	1.110,5
FERNANDO PRESTES	1.028,3	4.405,6	102,5	5.536,4
FERNANDOPOLIS	1.520,8	3.585,4	715,4	5.821,7
FERNAO	-	2,3	-	2,3

Continua...

Tabela 5.2 – Continuação.

MUNICIPIOS	Crua (ha)	Queima (ha)	Bisada (ha)	Total (ha)
FLOREAL	77,8	25,0	-	102,8
FLORIDA PAULISTA	3.360,9	12.262,3	438,3	16.061,5
FLORINIA	80,4	5.048,3	448,8	5.577,5
FRANCA	1.497,5	4.337,6	96,4	5.931,5
GABRIEL MONTEIRO	300,5	1.332,3	-	1.632,8
GALIA	-	8,5	-	8,5
GASTAO VIDIGAL	359,9	318,7	34,3	712,9
GAVIAO PEIXOTO	2.367,2	3.452,0	175,4	5.994,5
GENERAL SALGADO	1.930,3	3.803,2	374,4	6.107,9
GETULINA	6.760,7	2.580,5	723,3	10.064,5
GLICERIO	280,1	3.580,1	21,9	3.882,1
GUAICARA	3.877,2	788,7	388,5	5.054,4
GUAIMBE	236,3	15,2	14,3	265,9
GUAIRA	15.070,1	22.100,6	1.965,2	39.135,9
GUAPIACU	1.756,4	10.029,3	132,0	11.917,7
GUARA	8.434,7	9.396,5	179,4	18.010,6
GUARACAI	682,9	2.549,8	153,8	3.386,5
GUARACI	4.298,1	11.118,2	849,6	16.266,0
GUARANI D'OESTE	-	47,6	7,1	54,7
GUARANTA	830,0	126,1	115,8	1.071,9
GUARARAPES	4.999,7	20.927,3	384,7	26.311,6
GUAREI	1.563,5	1.453,9	97,4	3.114,7
GUARIBA	10.355,9	7.991,6	412,9	18.760,4
GUATAPARA	14.955,9	4.239,5	205,3	19.400,8
GUZOLANDIA	21,5	284,0	348,1	653,6
HERCULANDIA	1.117,7	538,2	-	1.655,9
HOLAMBRA	30,0	169,6	9,2	208,7
HORTOLANDIA	-	37,5	-	37,5
IACANGA	843,1	4.431,3	247,5	5.522,0
IACRI	945,8	430,2	-	1.376,0
IBATE	3.379,4	9.162,4	446,0	12.987,8
IBIRA	3.295,2	3.063,2	712,0	7.070,3
IBIRAREMA	362,9	5.996,1	189,9	6.548,9
IBITINGA	3.694,5	6.027,0	286,2	10.007,7
ICEM	7.660,0	4.134,3	672,7	12.467,0
IEPE	3.101,6	4.485,2	356,3	7.943,0
IGARACU DO TIETE	410,1	6.773,7	79,5	7.263,3
IGARAPAVA	941,4	18.788,1	711,8	20.441,3
ILHA SOLTEIRA	321,8	212,9	87,6	622,3
INDAIATUBA	882,8	1.082,6	392,8	2.358,2
INUBIA PAULISTA	563,9	977,4	0,4	1.541,7
IPAUCU	239,3	9.609,6	481,1	10.329,9
IPERO	667,8	216,2	14,2	898,2
IPEUNA	1.905,9	2.968,3	210,5	5.084,7
IPIGUA	-	589,4	-	589,4
IPIUA	13.295,1	10.594,5	221,3	24.110,9
IRACEMAPOLIS	4.367,3	2.720,5	5,3	7.093,1
IRAPUA	2.720,8	1.836,9	231,5	4.789,2
IRAPURU	178,8	874,0	55,4	1.108,2
ITAI	2.152,4	10.601,7	714,4	13.468,5
ITAJOBI	9.620,0	7.550,3	571,5	17.741,8
ITAJU	482,2	3.918,3	641,3	5.041,8

Continua...

Tabela 5.2 – Continuação.

MUNICIPIOS	Crua (ha)	Queima (ha)	Bisada (ha)	Total (ha)
ITAPETININGA	447,8	3.745,0	417,8	4.610,5
ITAPEVA	363,8	1.363,8	102,3	1.829,9
ITAPIRA	1.103,4	4.359,5	416,4	5.879,3
ITAPOLIS	7.986,2	11.725,7	530,5	20.242,4
ITAPORANGA	-	0,1	-	0,1
ITAPUI	881,5	7.421,2	75,5	8.378,2
ITAPURA	56,9	726,9	-	783,8
ITATINGA	-	5,6	-	5,6
ITIRAPINA	2.896,8	1.906,5	110,5	4.913,8
ITOBI	194,1	594,3	132,9	921,3
ITU	439,8	628,5	248,0	1.316,3
ITUVERAVA	9.317,9	13.513,2	728,6	23.559,7
JABORANDI	1.833,8	14.810,4	92,8	16.737,0
JABOTICABAL	19.494,3	29.080,9	791,0	49.366,2
JACI	661,7	565,7	612,5	1.840,0
JAGUARIUNA	312,2	1.372,1	54,3	1.738,5
JARDINOPOLIS	6.631,6	23.775,2	402,3	30.809,1
JAU	3.036,2	37.391,0	2.151,1	42.578,3
JERIQUEARA	1.998,4	414,1	124,8	2.537,3
JOAO RAMALHO	2.927,2	3.906,3	26,9	6.860,3
JOSE BONIFACIO	5.496,3	1.670,0	1.324,5	8.490,9
JUMIRIM	176,4	269,6	-	446,0
JUNQUEIROPOLIS	1.318,6	7.659,0	127,6	9.105,2
LARANJAL PAULISTA	4.286,5	2.712,8	64,1	7.063,4
LAVINIA	1.957,2	6.118,1	222,0	8.297,4
LEME	4.202,4	8.623,1	858,2	13.683,7
LENCOIS PAULISTA	11.493,6	24.190,0	182,2	35.865,8
LIMEIRA	5.766,8	6.416,1	729,7	12.912,6
LINS	9.678,3	1.964,9	1.106,4	12.749,6
LOURDES	1.331,5	576,8	93,0	2.001,2
LUCELIA	874,5	4.860,7	391,1	6.126,3
LUCIANOPOLIS	413,0	7,2	-	420,2
LUIS ANTONIO	9.210,3	13.504,0	130,1	22.844,4
LUIZIANIA	1.214,6	485,0	46,1	1.745,6
LUPERCIO	-	6,8	-	6,8
LUTECIA	1.091,1	3.672,2	937,3	5.700,5
MACATUBA	1.114,5	13.461,0	926,6	15.502,1
MACAUBAL	201,4	1.108,7	90,6	1.400,8
MACEDONIA	-	3,2	-	3,2
MAGDA	363,9	1.037,2	67,6	1.468,6
MANDURI	104,4	811,9	-	916,3
MARABA PAULISTA	365,6	4.599,3	26,0	4.990,9
MARACAI	1.697,5	11.805,8	603,7	14.107,0
MARAPOAMA	2.524,0	1.791,3	364,2	4.679,5
MARIAPOLIS	47,7	503,6	-	551,3
MARILIA	-	11,3	-	11,3
MARTINOPOLIS	4.711,4	5.782,6	1.303,8	11.797,8
MATAO	4.943,8	7.827,4	138,1	12.909,2
MENDONCA	2.127,2	289,9	241,2	2.658,3
MERIDIANO	150,1	105,3	222,8	478,3
MIGUELOPOLIS	8.323,7	10.831,0	776,3	19.931,0
MINEIROS DO TIETE	5.079,8	6.896,0	278,6	12.254,4

Continua...

Tabela 5.2 – Continuação.

MUNICÍPIOS	Crua (ha)	Queima (ha)	Bisada (ha)	Total (ha)
MIRANDOPOLIS	624,1	6.178,4	729,1	7.531,6
MIRANTE DO PARANAPANEMA	-	839,5	-	839,5
MIRASSOL	885,9	348,9	3,4	1.238,2
MIRASSOLANDIA	167,2	1.049,9	-	1.217,1
MOCOCA	8.003,8	7.109,2	503,1	15.616,1
MOGII-GUACU	871,3	5.289,6	273,1	6.433,9
MOJI-MIRIM	1.011,4	4.782,9	562,6	6.356,9
MOMBUCA	5.921,2	2.264,0	14,6	8.199,7
MONCOES	119,4	410,0	665,2	1.194,6
MONTE ALTO	990,0	6.079,6	102,2	7.171,7
MONTE APRAZIVEL	2.780,6	7.144,2	467,9	10.392,7
MONTE AZUL PAULISTA	841,8	4.690,2	309,7	5.841,6
MONTE MOR	2.858,0	1.875,7	417,6	5.151,3
MORRO AGUDO	23.395,8	70.447,4	993,6	94.836,8
MOTUCA	7.478,8	6.337,0	22,1	13.838,0
MURUTINGA DO SUL	60,0	1.390,5	133,8	1.584,4
NANTES	2.630,3	1.922,4	-	4.552,7
NARANDIBA	289,7	1.024,3	126,1	1.440,1
NEVES PAULISTA	1.935,1	1.488,2	525,0	3.948,3
NHANDEARA	1.249,1	2.086,4	408,2	3.743,7
NIPOA	2.490,0	622,1	852,2	3.964,3
NOVA ALIANCA	1.485,4	1.195,1	344,5	3.025,0
NOVA CASTILHO	494,3	689,5	107,9	1.291,7
NOVA EUROPA	3.394,0	2.250,2	76,2	5.720,4
NOVA GRANADA	1.253,8	3.641,9	78,6	4.974,3
NOVA GUATAPORANGA	-	66,9	-	66,9
NOVA INDEPENDENCIA	435,6	998,9	-	1.434,5
NOVA LUZITANIA	144,2	479,3	93,7	717,2
NOVA ODESSA	281,7	1.058,8	120,0	1.460,4
NOVAIS	2.278,8	4.067,1	375,6	6.721,5
NOVO HORIZONTE	14.417,6	13.552,7	2.362,3	30.332,5
NUPORANGA	3.631,2	13.634,6	533,9	17.799,8
OCAUCU	95,7	9,4	41,5	146,5
OLEO	67,6	335,4	1,6	404,6
OLIMPIA	4.938,3	22.748,4	282,3	27.969,0
ONDA VERDE	594,5	7.380,8	-	7.975,4
ORINDIUA	4.193,6	9.247,8	59,6	13.501,0
ORLANDIA	4.475,1	13.040,7	151,7	17.667,5
OSCAR BRESSANE	-	1,9	-	1,9
OSVALDO CRUZ	545,6	2.098,3	22,1	2.666,0
OURINHOS	1.490,0	6.642,1	359,2	8.491,2
OURO VERDE	131,9	3.985,3	-	4.117,2
OUROESTE	342,3	1.844,9	527,4	2.714,6
PACAEMBU	2.546,1	1.246,1	-	3.792,2
PALESTINA	2.782,9	3.578,0	275,2	6.636,2
PALMARES PAULISTA	1.165,2	3.529,6	128,1	4.822,9
PALMITAL	394,5	11.878,1	1.031,0	13.303,5
PANORAMA	-	13,2	-	13,2
PARAGUACU PAULISTA	17.308,2	25.016,9	1.446,4	43.771,4
PARAISO	1.268,9	4.242,5	500,9	6.012,4
PARANAPANEMA	89,1	747,8	-	836,9
PARAPUA	3.008,5	4.319,0	93,3	7.420,9

Continua...

Tabela 5.2 – Continuação.

MUNICIPIOS	Crua (ha)	Queima (ha)	Bisada (ha)	Total (ha)
PARISI	0,5	-	-	0,5
PATROCINIO PAULISTA	1.053,7	5.703,0	147,2	6.904,0
PAULINIA	594,6	1.689,1	123,2	2.407,0
PAULISTANIA	409,1	-	75,3	484,5
PAULO DE FARIA	5.316,8	12.529,3	1.366,7	19.212,8
PEDERNEIRAS	885,2	30.352,3	734,9	31.972,4
PEDRANOPOLIS	318,3	112,1	102,1	532,4
PEDREGULHO	1.891,6	1.750,9	22,2	3.664,7
PEDREIRA	-	97,1	-	97,1
PEDRINHAS PAULISTA	39,2	644,9	25,3	709,4
PENAPOLIS	13.273,1	11.484,0	798,8	25.556,0
PEREIRA BARRETO	888,0	1.002,4	221,1	2.111,6
PEREIRAS	113,7	118,0	-	231,7
PIACATU	935,6	3.176,7	-	4.112,4
PINDORAMA	2.770,5	6.372,7	333,1	9.476,3
PIQUEROBI	-	860,7	-	860,7
PIRACICABA	21.245,7	22.476,0	389,6	44.111,3
PIRAJU	5,9	1.267,7	0,5	1.274,0
PIRAJUI	2.207,3	4.447,2	784,1	7.438,6
PIRANGI	2.099,8	5.145,2	358,1	7.603,1
PIRAPOZINHO	340,6	2.680,7	168,0	3.189,3
PIRASSUNUNGA	6.010,4	11.270,3	989,0	18.269,6
PIRATININGA	-	13,6	-	13,6
PITANGUEIRAS	8.697,7	21.222,3	376,7	30.296,6
PLANALTO	5.465,2	844,6	1.216,7	7.526,4
PLATINA	2.627,8	1.750,1	171,6	4.549,5
POLONI	1.093,4	1.739,8	37,8	2.871,0
POMPEIA	806,0	318,8	154,8	1.279,5
PONGAI	15,5	139,1	37,0	191,5
PONTAL	6.054,4	20.145,4	661,2	26.861,0
PONTALINDA	142,0	383,2	24,0	549,3
PONTES GESTAL	347,8	1.452,7	80,5	1.880,9
POPULINA	103,9	1.632,6	215,6	1.952,0
PORTO FELIZ	9.321,0	7.909,1	138,5	17.368,7
PORTO FERREIRA	2.017,8	3.343,4	204,5	5.565,7
POTIRENDABA	1.984,6	1.836,6	391,7	4.212,9
PRACINHA	33,6	437,9	-	471,5
PRADOPOLIS	9.143,6	1.016,4	162,5	10.322,5
PRATANIA	2.051,5	2.389,1	1,8	4.442,4
PRESIDENTE ALVES	530,0	955,8	203,2	1.689,0
PRESIDENTE BERNARDES	184,5	867,8	3,8	1.056,1
PRESIDENTE EPITACIO	-	10,8	-	10,8
PRESIDENTE PRUDENTE	2.147,8	5.328,2	60,3	7.536,2
PRESIDENTE VENCESLAU	28,7	3.667,6	24,5	3.720,8
PROMISSAO	12.505,8	2.824,8	1.120,1	16.450,7
QUADRA	571,6	723,6	27,7	1.322,9
QUATA	9.591,7	10.105,8	640,4	20.337,9
QUEIROZ	887,5	1.358,5	50,3	2.296,3
QUINTANA	0,1	606,6	-	606,7
RAFARD	4.511,4	3.217,1	-	7.728,6
RANCHARIA	2.687,8	6.521,0	607,9	9.816,7
REGENTE FEIJO	-	670,9	0,5	671,4

Continua...

Tabela 5.2 – Continuação.

MUNICIPIOS	Crua (ha)	Queima (ha)	Bisada (ha)	Total (ha)
REGINOPOLIS	863,9	1.753,0	327,2	2.944,1
RESTINGA	1.221,8	8.347,1	10,3	9.579,2
RIBEIRAO BONITO	1.316,0	10.153,3	549,6	12.018,9
RIBEIRAO CORRENTE	386,1	588,2	0,5	974,8
RIBEIRAO DO SUL	77,8	317,8	-	395,6
RIBEIRAO DOS INDIOS	-	2.746,1	-	2.746,1
RIBEIRAO PRETO	12.602,2	14.673,2	87,2	27.362,5
RIFAINA	231,6	354,6	-	586,2
RINCAO	7.398,0	7.689,2	309,7	15.396,8
RINOPOLIS	1.458,8	1.043,7	0,1	2.502,6
RIO CLARO	4.603,4	4.210,5	183,0	8.996,9
RIO DAS PEDRAS	5.527,1	8.200,9	140,1	13.868,1
RIOLANDIA	229,4	1.032,6	17,5	1.279,4
RUBIACEA	954,3	3.557,6	62,1	4.574,0
SABINO	2.207,0	570,6	274,5	3.052,1
SAGRES	65,3	1.907,6	127,6	2.100,5
SALES	2.187,2	1.268,5	575,0	4.030,7
SALES OLIVEIRA	3.494,3	14.828,2	450,0	18.772,5
SALMOURAO	1.356,1	2.472,2	15,3	3.843,6
SALTINHO	2.624,8	1.004,5	65,3	3.694,6
SALTO	115,6	664,8	186,6	967,0
SALTO GRANDE	72,4	1.326,0	57,2	1.455,6
SANTA ADELIA	9.188,5	7.697,3	704,9	17.590,6
SANTA BARBARA D'OESTE	6.816,9	9.014,7	354,4	16.186,0
SANTA CRUZ DA CONCEICAO	1.494,2	441,8	82,4	2.018,4
SANTA CRUZ DA ESPERANCA	1.810,4	2.924,4	137,7	4.872,5
SANTA CRUZ DAS PALMEIRAS	1.968,1	9.593,6	1.410,9	12.972,6
SANTA CRUZ DO RIO PARDO	6.934,3	10.155,9	725,0	17.815,1
SANTA ERNESTINA	2.310,0	5.603,0	265,6	8.178,7
SANTA GERTRUDES	3.044,5	2.206,3	244,4	5.495,2
SANTA LUCIA	1.976,8	7.334,4	81,7	9.392,9
SANTA MARIA DA SERRA	4.020,3	527,8	979,0	5.527,1
SANTA RITA DO PASSA QUATRO	3.702,9	8.609,2	267,9	12.580,0
SANTA ROSA DE VITERBO	3.416,8	3.383,1	18,2	6.818,0
SANTO ANASTACIO	124,9	2.096,9	34,9	2.256,8
SANTO ANTONIO DA ALEGRIA	-	98,6	-	98,6
SANTO ANTONIO DE POSSE	519,2	1.745,7	168,4	2.433,3
SANTO ANTONIO DO ARACANGUA	6.469,1	13.007,7	990,8	20.467,6
SANTO EXPEDITO	289,6	873,5	-	1.163,2
SANTOPOLIS DO AGUAPEI	999,0	3.001,0	68,6	4.068,5
SAO CARLOS	8.068,8	17.297,0	959,7	26.325,5
SAO JOAO DA BOA VISTA	91,8	4.058,5	1.200,8	5.351,0
SAO JOAO DE IRACEMA	408,1	3.866,2	452,3	4.726,5
SAO JOAQUIM DA BARRA	11.819,4	14.264,0	408,5	26.492,0
SAO JOSE DA BELA VISTA	2.884,8	8.904,8	551,3	12.340,9
SAO JOSE DO RIO PARDO	323,7	614,0	11,6	949,3
SAO JOSE DO RIO PRETO	1.490,8	1.120,4	60,1	2.671,3
SAO MANUEL	11.617,9	18.450,0	126,4	30.194,3
SAO PEDRO	2.993,9	4.948,6	16,3	7.958,7
SAO PEDRO DO TURVO	969,7	1.565,5	131,0	2.666,1
SAO SIMAO	5.676,8	12.503,7	84,2	18.264,8
SARUTAIA	-	162,3	-	162,3

Continua...

Tabela 5.2 – Conclusão.

MUNICIPIOS	Crua (ha)	Queima (ha)	Bisada (ha)	Total (ha)
SEBASTIANOPOLIS DO SUL	1.064,8	2.387,1	120,5	3.572,4
SERRA AZUL	6.434,1	6.983,0	53,6	13.470,7
SERRA NEGRA	1,9	581,5	64,7	648,1
SERRANA	2.045,3	5.329,4	30,7	7.405,4
SERTAOZINHO	8.375,5	16.565,0	1.407,5	26.348,0
SEVERINIA	460,7	3.804,4	89,8	4.354,9
SOROCABA	169,6	370,6	1,2	541,4
SUD MENUCCI	1.920,8	5.644,9	606,2	8.171,8
SUMARE	451,1	2.010,5	196,7	2.658,2
SUZANAPOLIS	800,5	2.049,9	1.564,5	4.414,9
TABAPUA	4.553,5	9.328,9	879,2	14.761,5
TABATINGA	2.082,7	3.137,6	128,3	5.348,5
TACIBA	1.440,7	2.052,5	90,6	3.583,8
TAIACU	207,5	3.011,7	75,4	3.294,6
TAIUVA	1.512,1	4.973,2	55,8	6.541,1
TAMBAU	6.801,6	5.725,7	260,8	12.788,1
TANABI	1.262,8	1.301,3	16,8	2.580,9
TAPIRATIBA	517,8	2.191,5	460,4	3.169,7
TAQUARAL	35,0	1.026,2	19,7	1.080,9
TAQUARITINGA	5.044,5	18.433,9	164,5	23.642,9
TAQUARITUBA	57,9	622,6	10,1	690,6
TARABAI	794,4	74,1	79,4	947,9
TARUMA	1.016,0	16.670,4	1.883,6	19.570,1
TATUI	3.305,5	4.107,8	229,4	7.642,7
TEODORO SAMPAIO	327,2	15.496,7	108,1	15.932,1
TERRA ROXA	3.576,9	11.586,4	219,6	15.382,9
TIETE	5.915,3	5.077,5	12,7	11.005,6
TIMBURI	-	35,5	-	35,5
TORRINHA	3.502,8	2.065,1	1.617,6	7.185,5
TRABIJU	1.420,9	1.696,9	467,9	3.585,7
TUPA	195,1	445,3	-	640,4
TUPI PAULISTA	58,9	755,7	15,6	830,2
TURIUBA	77,9	29,5	50,0	157,4
TURMALINA	-	80,1	-	80,1
UBARANA	2.838,8	2.535,7	974,8	6.349,2
UBIRAJARA	-	-	67,1	67,1
UCHOA	4.152,8	4.208,2	480,8	8.841,8
UNIAO PAULISTA	1.392,7	311,6	466,2	2.170,4
URU	24,4	473,2	-	497,6
URUPES	5.124,8	3.355,4	1.247,0	9.727,1
VALPARAISO	7.683,8	18.983,2	976,1	27.643,1
VARGEM GRANDE DO SUL	451,6	3.595,1	448,2	4.495,0
VIRADOURO	4.224,1	10.618,8	740,4	15.583,3
VISTA ALEGRE DO ALTO	757,1	2.705,0	111,3	3.573,4
VITORIA BRASIL	-	84,6	-	84,6
VOTUPORANGA	310,7	1.862,4	297,2	2.470,2
ZACARIAS	1.210,8	903,8	283,7	2.398,2
TOTAL	1.098.853,7	2.111.402,3	131.797,4	3.342.053,3

Entre os dez municípios com maior área de cultivo de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo destacam-se os municípios de Piracicaba, Paraguaçu Paulista, Jaboticabal, Guairá e

Araraquara com não mais que 60% de cana colhida com o uso de fogo em 2006. Barretos e Jaú, quinto e sexto maiores produtores de cana do estado, queimaram para colheita aproximadamente 80 e 92% de suas áreas cultivadas com cana, respectivamente. Batatais, Lençóis Paulista e Morro Agudo queimaram para colheita entre 60 e 80% de suas áreas de cana.

Entre os municípios que colheram toda sua área de cana sem o uso do fogo destacam-se os municípios de Agudo e Paulistânia com aproximadamente 1000 e 480 ha, respectivamente. Em sentido contrário, os municípios de Euclides Paulista, com ~ 1000 ha de área de cana, Mirante do Paranapanema, com ~ 830 ha de área de cana, Piquerobí, com ~ 850 ha de área de cana, Regente Feijó, com ~ 650 ha de área de cana e Ipiranga, com ~ 500 ha de área de cana, colheram toda sua área de cana com o uso de fogo em 2006.

5.2 Áreas de cana sob diferentes modos de colheita e classes de declividade

O mapa de declividade foi separado em duas classes (menor e maior que 12%) a fim de verificar as áreas cultivadas com cana que podem atender a legislação sobre a obrigatoriedade da colheita mecânica. Para cada classe foi estimada a área colhida de cana sob os diferentes modos de corte, em nível municipal, a partir da intersecção entre os mapas: do modo de colheita, da declividade e político administrativo.

A Figura 5.4 apresenta os mapas de altimetria e de declividade e o mapa da intersecção entre a declividade e o modo de colheita para o município de Guariba, SP. As declividades que ultrapassam os 12% encontram-se na porção oriental do município. Todavia, apenas 408 ha de cana são cultivados em declividade superior a 12% neste município (Apêndice 3). Estas áreas são majoritariamente próximas aos cursos d'água e, aproximadamente 60% desta cana é colhida com uso do fogo e 40% sem o uso do fogo.

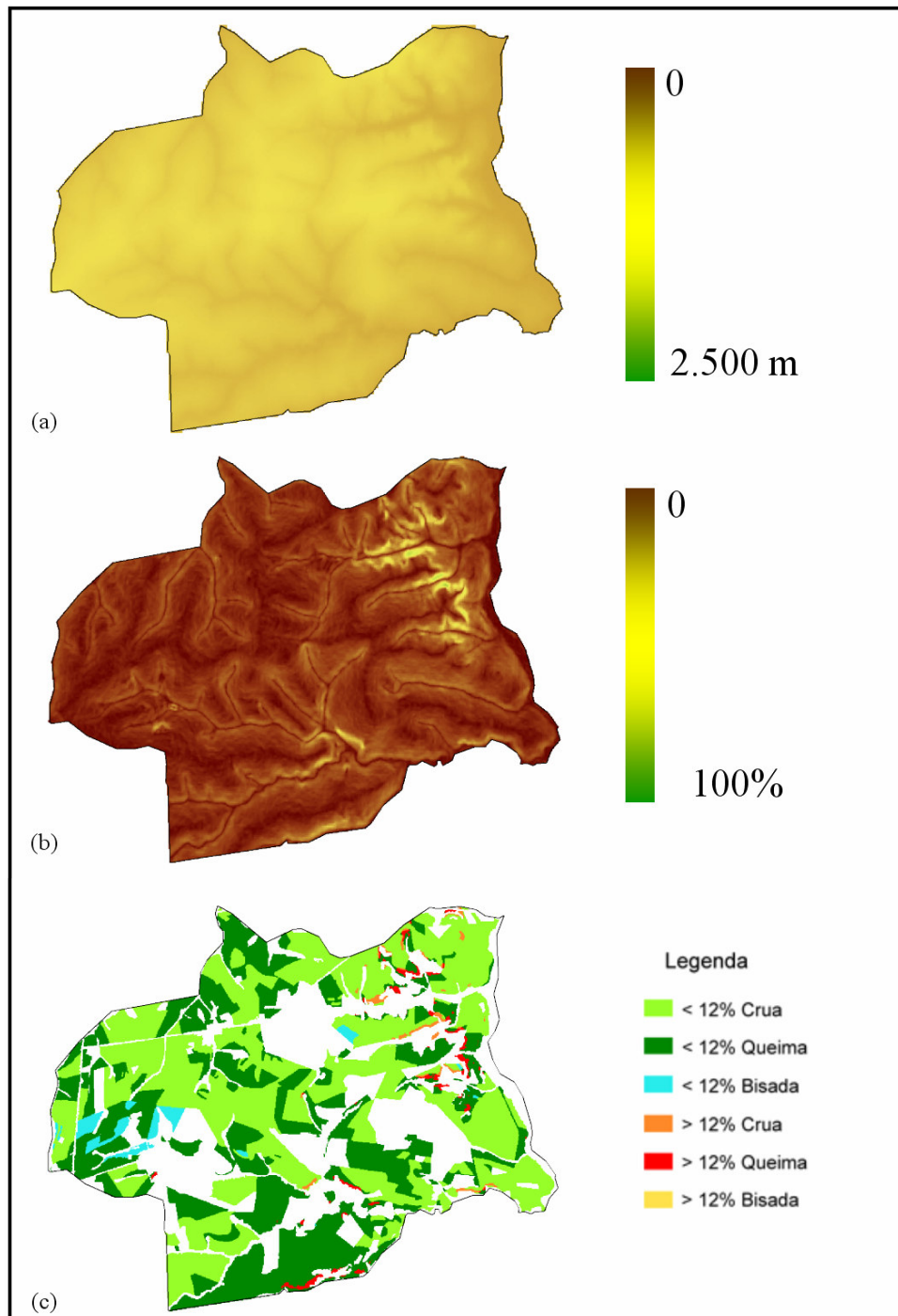


Figura 5.4 – Mapa de altimetria (a); mapa de declividade (b) e mapa dos modos de colheita da cana por classe de declividade para o município de Guariba, SP (c).

O mapa para todo o Estado de São Paulo é apresentado no Apêndice 2. A área de cana colhida sob diferentes modos de colheita de acordo com as classes de declividade, em escala municipal, é apresentada no Apêndice 3.

Os resultados deste trabalho foram comparados com os dados da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA) em escala regional (Tabela 5.3). Para tanto, foram adotados os limites das regiões administrativas do estado e a mesma legenda da SMA, com vistas a tornar possível a comparação.

Tabela 5.3 –Área de cana colhida estimada pela SMA e pelo INPE por Região Administrativa (RA) e total.

Região Administrativa	Área Mecanizável		Área Não Mecanizável **		Área Mecanizável SF		Área Total		Percentual de Redução	
	SMA	INPE	SMA	INPE	SMA	INPE	SMA	INPE	SMA	INPE
ARAÇATUBA	168.998	258.196	52.283	747	45.554	85.947	224.637	258.943	27,0	33,3
BARRETOS	240.693	265.908	19.675	1.409	62.338	61.741	262.927	267.316	25,9	23,2
BAURU	187.886	298.993	106.817	11.460	47.309	94.236	302.687	310.454	25,2	31,5
CAMPINAS	160.719	360.244	206.603	29.085	47.002	148.000	399.193	389.329	29,2	41,1
CENTRAL	223.689	303.995	79.979	14.180	75.420	114.405	316.855	318.175	33,7	37,6
FRANCA	306.983	361.411	49.238	14.784	99.935	111.582	363.530	376.195	32,6	30,9
MARÍLIA	205.205	243.613	38.988	3.394	57.585	69.059	253.137	247.007	28,1	28,3
P. PRUDENTE	114.779	161.339	41.212	1.448	32.113	34.333	160.373	162.787	28,0	21,3
RIB. PRETO	307.810	372.651	55.692	16.821	113.018	148.118	378.948	389.472	36,7	39,7
S. J.RIO PRETO	309.422	336.823	45.431	1.660	79.753	148.489	368.172	338.483	25,8	44,1
SOROCABA	61.060	141.211	72.943	10.882	14.377	59.201	137.673	152.093	23,5	41,9
TOTAL	2.287.243	3.104.386	768.862	105.870	674.404	1.075.111	3.168.133	3.210.256	29,5	34,6

*Fonte - dados SMA: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

Área mecanizável: declividade < 12%; área não mecanizável: declividade > 12%; SF: sem fogo.

Cabe ressaltar que para a SMA estão inclusas na coluna “Área Não Mecanizável” as áreas de cana de fornecedores menores que 150 ha, livres da obrigação de colher a cana mecanicamente, diferentemente dos resultados alcançados neste trabalho (INPE), em que não é possível identificar ou separar estas áreas.

A coluna *Área Mecanizável SF* refere-se a área de cana colhida crua com declividade menor que 12% e, de acordo com a Tabela 5.3, a área apontada neste estudo é aproximadamente 62% maior do que a área estimada pela SMA. Tal fato deve-se, em parte, à diferença na metodologia adotada. A SMA baseia-se em requerimentos para autorização de queima das áreas de cana. Os produtores são obrigados, de acordo com a legislação

estadual, a informar a localização e a extensão da área queimada. Enquanto a metodologia adotada neste estudo avalia nas imagens de sensores orbitais a real diferença entre as áreas de cana em pé, cana colhida crua e cana queimada.

A diferença entre as estimativas na coluna *Área Total* deve-se ao fato deste estudo considerar as áreas de cultivo de cana para alambique e produção de bebidas ao contrário da SMA; todavia estima-se que tal diferença não é maior que 1%. Por fim, a área estimada para cana colhida sem o uso do fogo (*Percentual de Redução*) foi de 34,6% contra 29,5% apontados pela SMA.

Como resultado conseqüente pôde-se estimar a área de cana bisada (aproximadamente 132 mil ha - 3,9%). Vale ressaltar que este percentual corresponde às áreas identificadas como *não colhidas* em todas as etapas do mapeamento, todavia considerando como limitante para análise a data da última imagem em cada órbita ponto (Tabela 1.1). Na órbita/ponto 220/74, p. ex., a última imagem livre de nuvens data de 5 de setembro de 2006 e a cana mapeada como *Bisada* nesta imagem pode ter sido colhida posteriormente, ainda no ano safra em questão.

A Figura 5.5 aponta, por classe de percentual de colheita de cana crua, a situação dos municípios em relação às metas do protocolo de intenções assinado entre a UNICA e SMA para redução do prazo de queima da cana. Nota-se a formação de regiões de mesmo comportamento quanto à colheita da cana e tal fato deve-se, em parte, à área de atuação das usinas e à política de cada grupo.

As áreas de expansão também puderam ser avaliadas separadamente, com vistas a identificar a tendência do corte da cana. Para tanto foram mantidas apenas as áreas de expansão nos anos safra 2004/2005 e 2005/2006. A identificação e estimativa das áreas de

cana colhida sob diferentes modos não aponta para uma evolução da colheita crua (Tabela 5.4). Em síntese, a colheita nas áreas de expansão tem a mesma dinâmica das áreas de cana cultivadas há mais tempo.

Tabela 5.4 – Modo de colheita nas áreas de expansão da cana.

Ano	Classe	Área	%
2004	crua	72.633,15	39,0
	queima	113.616,18	61,0
	Total	186.249,33	
2005	crua	86.703,30	31,4
	queima	189.103,32	68,6
	Total	275.806,62	
Total	crua	159.336,45	34,5
	queima	302.719,50	65,5
	Total	462.055,95	

Um das metas a serem atingidas pelo protocolo de intenções assinado entre a UNICA e a SMA é que as áreas de expansão de cana a partir de 2008 sejam, em sua totalidade, colhidas sem o uso do fogo. Neste contexto, a análise da dinâmica do modo de colheita por meio de imagens de satélites de sensoriamento remoto ganha importância como instrumento de fiscalização e monitoramento.

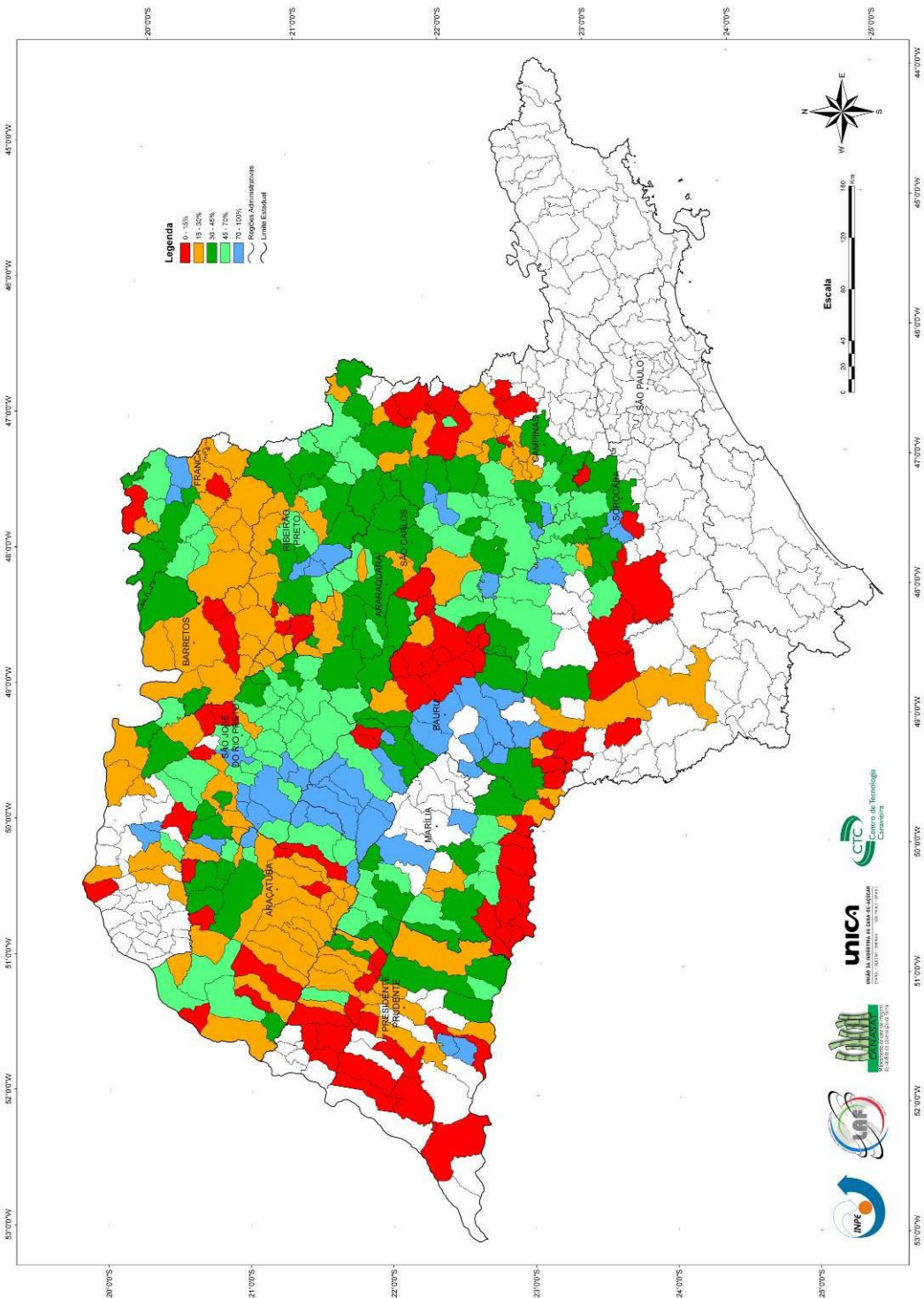


Figura 5.5 – Percentagem de cana colhida crua por município no Estado de São Paulo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados alcançados, conclui-se que:

- O uso das imagens de sensoriamento remoto mostrou-se eficiente no mapeamento das áreas de cana colhida com e sem o uso de fogo.
- O modelo linear de mistura espectral e o uso das imagens de máximo e mínimos dos valores de proporção possibilitou a automatização de parte importante do trabalho, diminuindo a carga de trabalho da interpretação visual das imagens.
- Os resultados alcançados permitiram apontar a situação da colheita no Estado de São Paulo para o ano safra 2006/2007.

Referências Bibliográficas

AGUIAR, D. A. **Monitoramento da área colhida de cana-de-açúcar por meio de imagens do sensor MODIS**. 2007-03-20. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2007.

AGUIAR, D. A.; SILVA, W. F.; RIZZI, R.; RUDORFF, B. F. T.; SUGAWARA L. M.; PAES, L. A. D. Monitoramento da Colheita da Cana. p. 373-378. *In*: Rudorff, B. F. T.; Shimabukuro, Y. E.; Ceballos, J. C. (Org.). **O Sensor MODIS e suas aplicações ambientais no Brasil**. São José dos Campos, Parênteses, 2007.

BERKA, L. M. S.; RUDORFF, B. F. T.; FREITAS, R. M. Reclassificação controlada de pixels isolados em mapas de cana-de-açúcar. *In*: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., Goiânia, 2005. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 33-40.

Centro de Pesquisa Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura CEPAGRI. **Clima do Estado de São Paulo** Campinas, 2006. Disponível em <<http://www.cepagri.unicamp.br/portal/index.php>> Acesso em: 15/01/2006.

CROSS, A. M.; SETTLE, J. J.; DRAKE, N. A.; PAIVINEN, R. T. M. Subpixel measurement of tropical forest cover using AVHRR data. **International Journal of Remote Sensing**, v. 12, n. 5, p. 1119 – 1129. 1991.

Food and Agricultural Organizations of the United Nations – FAO. **Food and Agricultural commodities production**. Disponível em:

<http://www.fao.org/es/ess/top/commodity.html?jsessionid=051B3E79C2FD549C004A92353A80DEEC?lang=en&item=156&year=2004>. Acesso em: maio/2007.

Instituto Geográfico Geológico (IGG) **Carta hipsométrica do Estado de São Paulo**. 1943. São Paulo (SP): Escala 1: 1.000.000.

LOBELL, D. B.; ASNER, G. P. Cropland distributions from temporal unmixing of MODIS data. **Remote Sensing of Environment**, v. 93, n 3, p. 412 – 422. Nov. 2004.

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**. Instituto Agrônômico de Campinas (IAC). 1999. Campinas (SP): Escala 1:500.000.

PASTOR, C. Q. **Aplicación del modelo de mezclas espectrales en la teledetección forestal**. 2002. Tese (Doutorado em Física Aplicada) - Universidad de Valladolid.

PONÇANO, W. L. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. Instituto Tecnológico de São Paulo (IPT). 1981 São Paulo (SP): Escala 1:1.000.000.

QUARMBY, N. A.; TOWNSHEND, J. R. G.; SETTLE, J. J.; WHITE, K. H.; MILNES, M.; HINDLE, T. L.; SILLEOS, N. Linear Mixing modelling applied to AVHRR data for crop area estimation. **International Journal of Remote Sensing**, v. 13, n. 3, p. 415 – 425. 1992.

QUINTANO, C.; SHIMABUKURO, Y. E.; FERNANDEZ, A.; DELGADO, J. A. A spectral unmixing approach for mapping burned areas in Mediterranean countries. **International Journal of Remote Sensing**, v. 26, n 7, p. 1493-1498. Apr. 2006.

RABUS, B. M.; EINEDER, A. R.; BAMLER, R. The shuttle radar topography mission- a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar, **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 57, p. 241-262. 2003.

RUDORFF, B. F. T.; BERKA, L. M. S.; MOREIRA, M. A.; DUARTE, V.; XAVIER, A. C.; ROSA, V. G. C.; SHIMABUKURO, Y. E. Imagens de satélite no mapeamento e estimativa de área de cana-de-açúcar em São Paulo: ano-safra 2003/04. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, SP, v. 52, n. 1, p. 21-39, jan./jun. 2005.

RUDORFF, B. F. T.; BERKA, L. M. S.; XAVIER, A.C.; MOREIRA, M. A.; DUARTE, V.; ROSA, V. G. C.; SHIMABUKURO, Y.E. **Estimativa de área plantada com cana-de-açúcar em municípios do estado de São Paulo por meio de imagens de satélites e técnicas de geoprocessamento: ano safra 2003/2004**. São José dos Campos. INPE, 2004a. 47 p. (INPE-10791-RPQ/759).

RUDORFF, B. F. T.; BERKA, L. M. S.; MOREIRA, M. A.; DUARTE, V.; ROSA, V. G. C. **Estimativa de área plantada com cana-de-açúcar em municípios do estado de São Paulo por meio de imagens de satélites e técnicas de geoprocessamento: ano safra 2004/2005**. São José dos Campos. INPE, 2004b. 54 p. (INPE-11421-RPQ/762).

RUDORFF, B. F. T.; BATISTA, G. T. **Resposta espectral da cana-de-açúcar através de dados multitemporais do MSS do Landsat – 4**. São José dos Campos. INPE, 1985. 12 p. (INPE – 3474-PRE/717).

SHIMABUKURO, Y. E.; SMITH, J. A. The least-squares mixing models to generate fraction images derived from remote sensing multispectral data. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 29, n. 1, p. 16 – 20. Jan. 1991.

TUCKER, C. J. et al. NASA's global orthorectified Landsat data set. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 70, n. 3, p. 313-322, 2004.

VALERIANO, M. DE M. **Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul**. . São José dos Campos, SP: INPE, 2004. 72 p. (INPE-10550-RPQ/756).

VALERIANO, M. M.; KUPLICH, T M.; STORINO, M.; AMARAL, B. D.; MENDES JR., J. N.; LIMA, D. J. Modeling small watersheds in Brazilian Amazônia with shuttle radar topographic mission-90 m data. **Computers & Geosciences**, v. 32, p. 1169 – 1181. 2006.

União da Agroindústria Canavieira de São Paulo (UNICA). **Estatísticas agrícolas**. São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.portalunica.com.br>>. Acesso em: 17 de Jun. de 2007.

APÊNDICE A

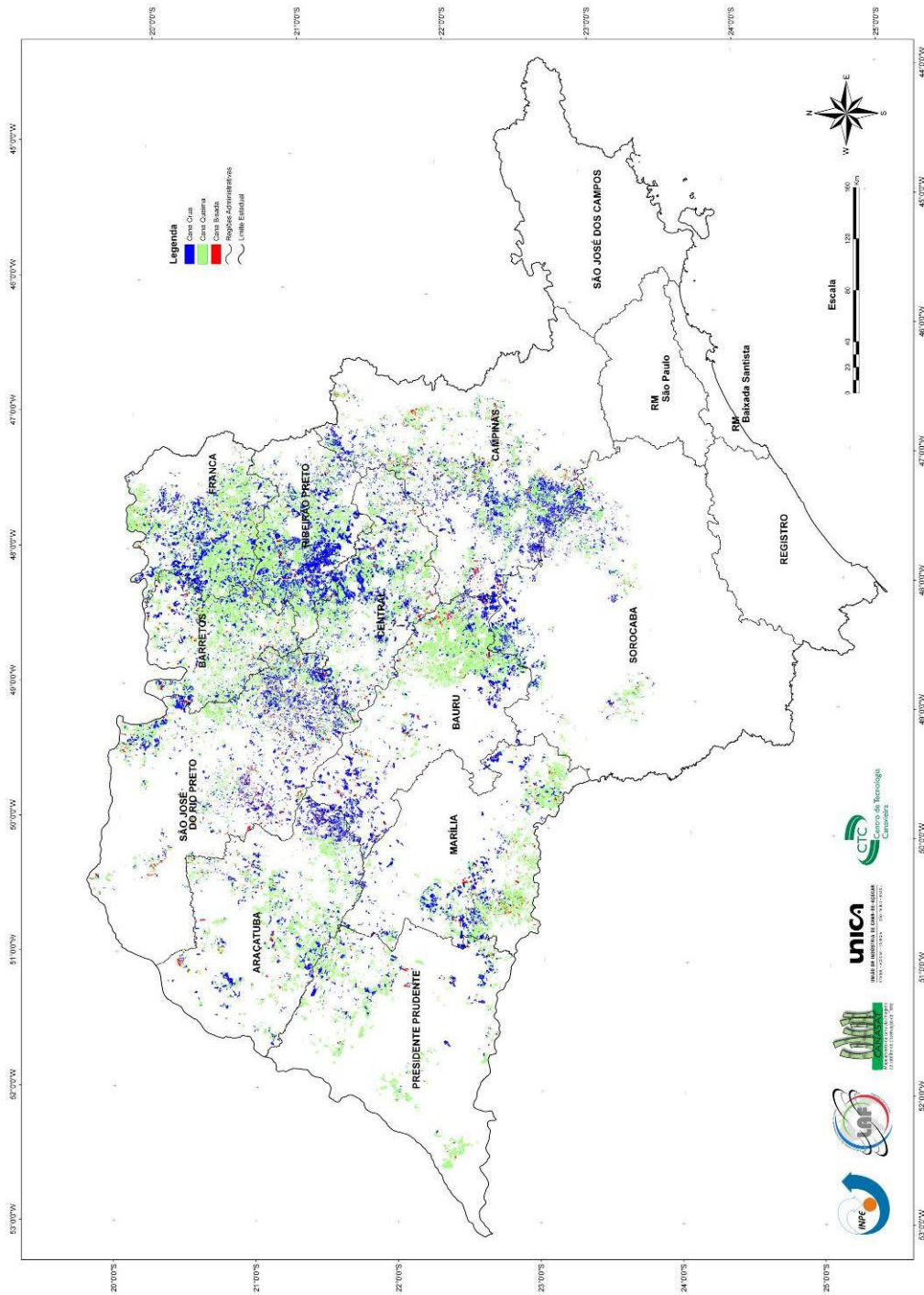


Figura A1 - Mapa da área de cana sob diferentes modos de colheita

APÊNDICE B

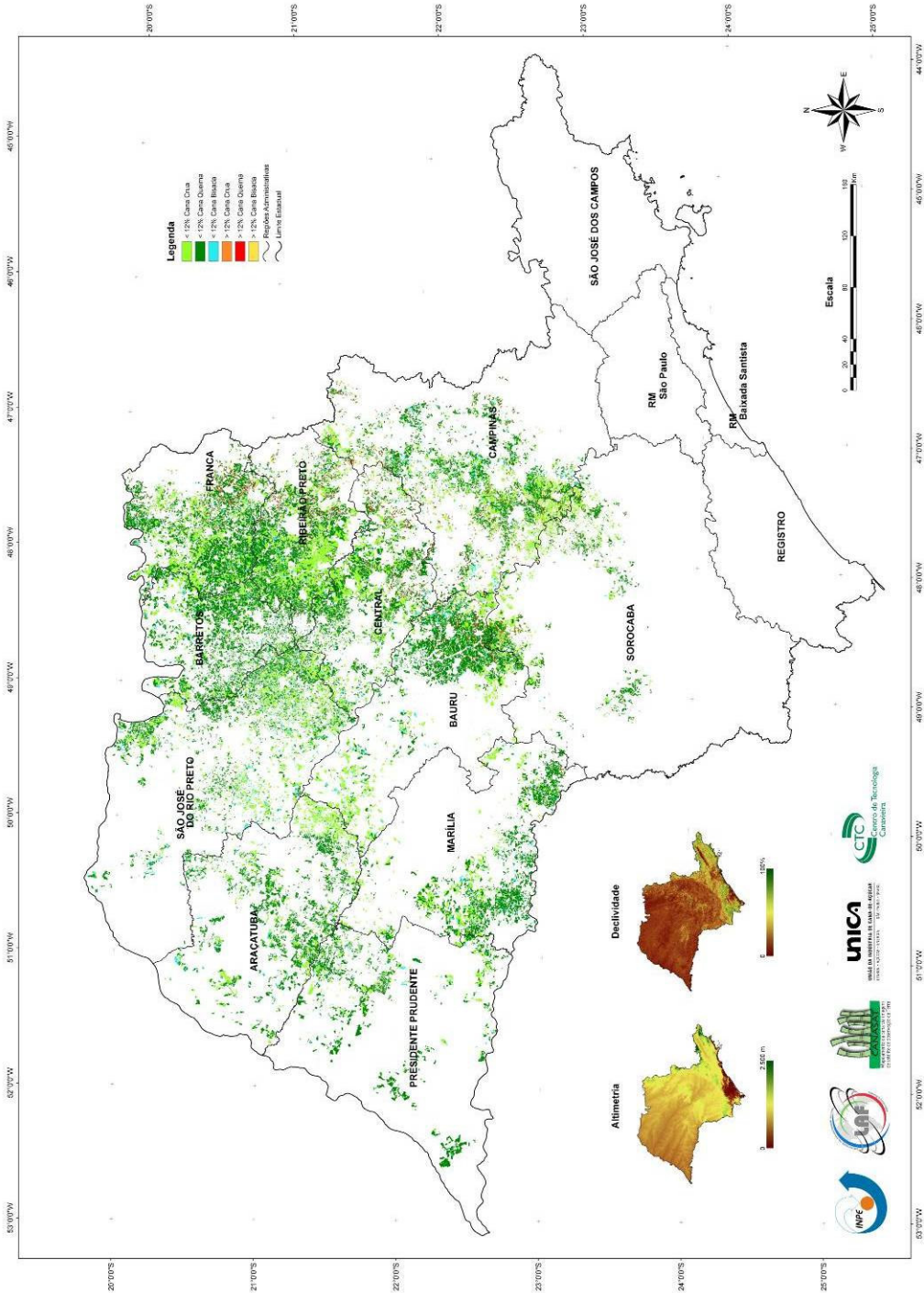


Figura B1 - Mapa das áreas de cana sob diferentes modos de colheita e classes de declividade

APÊNDICE C

Tabela C.1 – Área de cana (ha) sob diferentes modos de colheita e classes de declividade.

* C = cana crua; Q = cana queima; B = cana bisada

Municípios	Declividade < 12%				Declividade > 12%			
	C	Q	B	Total	C	Q	B	Total
Adamantina	1.693	8.593	104	10.390	0	16	0	16
Adolfo	1.019	-	42	1.061	1	-	-	1
Aguai	1.247	5.081	710	7.038	34	257	37	328
Aguas de Sta Barbara	923	51	5	978	-	-	-	-
Agudos	5.185	622	103	5.910	192	27	1	220
Altair	2.845	5.575	26	8.446	5	13	-	18
Altinópolis	3.981	8.500	297	12.778	238	1.231	26	1.495
Alto Alegre	3.446	3.913	26	7.385	67	27	0	94
Alvinlândia	-	1	-	1	-	-	-	-
Americana	577	1.415	52	2.044	10	32	-	41
Americo Brasiliense	3.662	3.576	465	7.703	31	352	36	419
Americo de Campos	-	13	-	13	-	-	-	-
Amparo	144	1.076	36	1.256	55	268	31	355
Analandia	1.025	624	139	1.788	293	256	28	577
Andradina	6.822	5.570	158	12.549	2	1	0	3
Angatuba	3	228	-	230	0	18	-	18
Anhembi	2.429	1.909	4	4.343	180	67	-	247
Anhumas	-	147	-	147	-	2	-	2
Aparecida D'oeste	-	276	3	279	-	-	-	-
Aracatuba	3.041	16.748	331	20.120	5	14	-	20
Aracoiaba da Serra	20	228	-	248	8	62	-	70
Aramina	2.119	10.709	505	13.333	-	124	14	139
Araraquara	15.703	20.595	597	36.895	169	1.328	48	1.545
Araras	7.910	17.467	2.399	27.776	49	480	22	551
Arco-Iris	1.327	978	27	2.332	1	8	-	9
Arealva	46	1.590	36	1.671	1	14	1	16
Areiópolis	1.827	3.564	25	5.416	119	386	5	510
Ariranha	2.273	5.168	480	7.922	23	70	3	96
Artur Nogueira	516	918	131	1.565	18	45	6	69
Assis	4.418	3.577	803	8.798	8	39	10	57
Auriflâma	75	102	-	177	-	9	-	9
Avai	1.212	334	471	2.016	42	7	8	57
Avanhandava	12.931	1.575	693	15.199	48	8	1	57
Avare	2.227	3.043	24	5.294	50	146	1	197
Bady Bassitt	385	181	45	612	4	-	4	9
Balbinos	52	-	1	53	-	-	-	-
Balsamo	184	471	-	655	2	11	-	13
Barbosa	3.568	244	90	3.901	1	-	-	1
Bariri	1.228	15.360	839	17.427	2	224	2	228
Barra Bonita	643	7.427	195	8.264	43	1.203	26	1.273
Barretos	7.809	31.312	1.654	40.775	40	347	21	408
Barrinha	7.264	2.756	389	10.409	8	55	29	92
Bastos	261	412	-	673	-	-	-	-
Batatais	7.592	25.619	1.018	34.229	467	3.671	59	4.197
Bauru	98	-	26	124	1	-	3	5
Bebedouro	4.960	20.273	524	25.758	9	98	3	109
Bento de Abreu	2.136	10.879	1	13.016	3	15	-	18
Bernardino de Campos	230	4.239	168	4.638	1	331	48	380
Bilac	4	1.410	-	1.414	-	5	-	5
Birigui	568	1.537	7	2.113	-	6	-	6

Continua...

Tabela C1 - Continuação

Municípios	Declividade < 12%				Declividade > 12%			
	C	Q	B	Total	C	Q	B	Total
Boa Esperanca do Sul	8.603	11.343	622	20.569	121	588	29	738
Bocaina	2.001	9.526	857	12.383	27	630	38	695
Boituva	1.478	2.842	46	4.366	105	172	-	277
Bora	650	2.147	-	2.796	12	25	-	36
Boraceia	20	5.183	158	5.362	4	188	10	202
Borborema	6.981	6.284	1.279	14.544	2	19	1	22
Borebi	2.821	1.050	135	4.006	65	27	-	92
Botucatu	7.261	4.686	2	11.949	526	320	-	846
Brauna	577	4.044	57	4.678	7	48	1	56
Brejo Alegre	8	90	-	98	-	-	-	-
Brodosqui	1.638	7.090	410	9.138	94	1.470	80	1.643
Brotas	2.540	11.318	1.175	15.034	139	1.534	110	1.782
Buri	-	77	-	77	-	7	-	7
Buritama	102	426	-	528	-	0	-	0
Buritizal	4.291	2.891	395	7.577	102	467	95	663
Cabralia Paulista	279	33	-	312	5	0	-	6
Caconde	73	100	9	181	15	36	13	64
Cafelandia	4.102	3.795	1.048	8.946	33	11	-	44
Caiabu	1.301	4.107	768	6.176	22	220	28	270
Caiua	47	3.061	31	3.139	1	37	-	39
Cajobi	1.201	3.748	422	5.371	1	21	0	22
Cajuru	3.590	6.799	515	10.904	139	851	62	1.051
Campinas	604	802	-	1.406	15	54	-	68
Campos Novos Paulista	1.007	448	44	1.498	1	10	7	17
Candido Mota	208	14.071	779	15.059	0	108	3	111
Candido Rodrigues	497	1.044	0	1.541	0	2	-	2
Canitar	166	3.180	55	3.402	4	59	3	65
Capela do Alto	363	42	-	405	51	5	-	57
Capivari	9.179	8.929	49	18.158	608	837	2	1.446
Casa Branca	2.468	5.188	352	8.007	91	471	29	591
Cassia dos Coqueiros	90	29	7	126	-	16	1	18
Castilho	1.733	4.066	9	5.808	0	-	-	0
Catanduva	5.787	6.235	1.108	13.130	55	36	14	105
Catigua	4.816	3.673	646	9.135	5	2	0	7
Cedral	988	2.464	15	3.467	6	16	0	22
Cerqueira Cesar	325	1.049	122	1.496	1	155	14	169
Cerquillo	787	1.486	12	2.286	22	177	-	200
Cesario Lange	677	3.293	13	3.983	6	93	11	110
Charqueada	2.694	3.148	158	6.000	463	494	30	986
Chavantes	1.833	8.051	581	10.465	24	76	21	122
Clementina	875	3.029	4	3.908	2	27	-	28
Colina	2.790	16.436	225	19.451	8	91	-	100
Colombia	1.827	8.397	1.043	11.267	3	4	-	7
Conchal	121	431	33	585	2	7	-	9
Conchas	618	4	-	622	19	-	-	19
Cordeiropolis	1.941	4.571	316	6.828	198	272	20	491
Coroados	561	2.486	35	3.082	-	4	-	4
Corumbatai	2.113	392	2	2.507	256	186	4	445
Cosmopolis	771	4.420	239	5.430	68	232	4	304
Cosmorama	727	844	50	1.621	-	3	-	3
Cravinhos	4.765	12.247	182	17.194	156	1.778	30	1.964
Cristais Paulista	74	25	-	99	7	5	-	12
Cruzalia	25	952	-	977	-	1	-	1

Continua...

Tabela C1 – Continuação

Municípios	Declividade < 12%				Declividade > 12%			
	C	Q	B	Total	C	Q	B	Total
Descalvado	7.032	8.447	1.054	16.532	273	2.220	242	2.735
Divinolândia	-	0	-	0	-	0	-	0
Dobrada	2.779	8.044	65	10.889	1	30	-	31
Dois Corregos	12.743	14.522	2.198	29.463	545	1.003	167	1.715
Dourado	507	3.316	883	4.705	27	503	111	641
Dracena	220	3.185	139	3.544	-	-	-	-
Duartina	-	5	-	5	-	3	-	3
Dumont	2.945	5.046	9	8.000	13	211	1	226
Echapora	1.634	2.255	199	4.089	15	12	13	40
Elias Fausto	2.316	3.490	1.279	7.085	97	349	78	524
Elisiário	2.348	1.574	441	4.363	7	29	11	48
Embauba	587	1.776	221	2.584	0	4	-	5
Emilianópolis	409	2.441	12	2.862	-	4	0	4
Engenheiro Coelho	279	870	189	1.338	10	31	3	44
Espirito Sto do Pinhal	23	898	107	1.028	9	29	4	42
Espirito Sto do Turvo	2.224	813	197	3.234	75	5	0	80
Estiva Gerbi	281	218	9	508	12	1	3	16
Estrela do Norte	5	1	16	21	-	0	-	0
Estrela D'oste	282	1.122	831	2.235	0	3	3	6
Euclides da Cunha Pta	-	1.012	99	1.111	-	-	-	-
Fernando Prestes	1.019	4.324	102	5.445	10	82	0	92
Fernandópolis	1.508	3.572	708	5.789	13	13	7	33
Fernao	-	2	-	2	-	1	-	1
Flora Rica	301	2.686	-	2.987	0	8	-	9
Floreal	74	25	-	99	4	0	-	4
Florida Paulista	3.347	12.213	436	15.997	14	49	2	65
Florínia	80	5.020	442	5.542	0	29	6	35
Franca	1.381	3.337	90	4.808	117	1.001	6	1.124
Gabriel Monteiro	299	1.318	-	1.616	2	14	-	16
Gália	-	6	-	6	-	3	-	3
Gastao Vidigal	360	318	34	712	-	1	-	1
Gaviao Peixoto	2.355	3.316	168	5.838	12	136	8	156
General Salgado	1.921	3.772	371	6.064	9	32	3	44
Getulina	6.712	2.565	718	9.994	49	16	5	70
Glicerio	280	3.576	22	3.878	-	4	-	4
Guaicara	3.847	785	388	5.020	31	4	0	34
Guaimbe	233	15	14	263	3	-	-	3
Guaira	15.070	22.093	1.965	39.128	1	7	-	8
Guapiacu	1.752	10.008	132	11.892	5	21	-	26
Guara	8.344	8.917	146	17.407	90	480	34	604
Guaracai	683	2.539	154	3.375	-	11	0	11
Guaraci	4.291	11.046	848	16.185	8	72	1	81
Guarani D'oste	-	48	7	55	-	-	-	-
Guaranta	819	126	116	1.061	11	0	-	11
Guararapes	4.980	20.835	383	26.197	20	92	2	114
Guareí	1.423	1.365	92	2.881	140	89	5	234
Guariba	10.192	7.749	411	18.352	164	243	2	408
Guatapara	14.891	3.893	199	18.982	65	346	6	418
Guzolândia	22	284	348	653	-	-	0	0
Herculândia	1.117	537	-	1.654	1	1	-	1
Holambra	30	168	9	207	-	2	-	2
Hortolândia	-	38	-	38	-	-	-	-
Iacanga	839	4.330	247	5.415	5	102	1	107
Iacri	946	427	-	1.373	-	3	-	3

Continua...

Tabela C1 – Continuação

Municípios	Declividade < 12%				Declividade > 12%			
	C	Q	B	Total	C	Q	B	Total
Ibate	3.308	8.411	327	12.046	71	752	119	942
Ibira	3.239	3.029	708	6.976	56	34	4	95
Ibirarema	354	5.975	190	6.519	9	21	-	30
Ibitinga	3.676	5.967	284	9.927	18	60	2	81
Icem	7.651	4.131	670	12.452	9	3	3	15
Iepe	3.074	4.412	334	7.820	28	73	22	123
Igaracu do Tiete	400	6.223	75	6.697	10	551	5	566
Igarapava	919	17.495	622	19.037	22	1.293	89	1.404
Ilha Solteira	316	213	88	617	6	-	-	6
Indaiaatuba	851	1.010	350	2.211	31	73	43	148
Inubia Paulista	560	966	0	1.527	4	11	-	15
Ipaucu	214	8.977	412	9.603	25	633	69	727
Ipero	654	210	14	878	14	7	-	21
Ipeuna	1.666	2.440	185	4.290	240	529	25	794
Ipigua	-	585	-	585	-	4	-	4
Ipuã	13.282	10.528	220	24.030	13	66	1	81
Iracemaopolis	4.186	2.496	4	6.687	181	224	1	406
Irapua	2.709	1.833	229	4.772	11	3	2	17
Irapuru	179	872	55	1.106	-	2	-	2
Itai	2.025	10.031	611	12.667	128	571	104	802
Itajobi	9.605	7.518	570	17.692	15	33	2	49
Itaju	481	3.841	624	4.946	1	78	17	96
Itapetininga	404	3.474	363	4.241	43	271	55	370
Itapeva	332	1.251	102	1.685	31	113	-	144
Itapira	901	3.811	333	5.045	202	549	84	834
Itapolis	7.979	11.704	530	20.214	7	21	0	29
Itaporanga	-	0	-	0	-	-	-	-
Itapui	879	7.188	73	8.141	2	233	2	237
Itapura	57	727	-	784	-	-	-	-
Itatinga	-	5	-	5	-	0	-	0
Itirapina	2.693	1.458	95	4.246	204	449	15	668
Itobi	192	554	123	869	2	40	10	52
Itu	421	621	235	1.277	19	7	13	39
Ituverava	9.257	13.081	679	23.018	61	432	49	542
Jaborandi	1.834	14.778	93	16.705	-	32	-	32
Jaboticabal	19.433	28.773	788	48.994	61	308	3	372
Jaci	650	562	596	1.808	12	4	17	32
Jaguariuna	304	1.345	54	1.703	8	27	-	35
Jardinopolis	6.567	22.891	390	29.849	64	884	12	960
Jau	2.957	35.478	2.024	40.458	79	1.913	128	2.120
Jeriquara	1.969	389	122	2.481	29	25	3	57
Joao Ramalho	2.924	3.886	27	6.837	3	21	-	23
Jose Bonifacio	5.468	1.666	1.321	8.454	28	5	4	37
Jumirim	167	221	-	388	10	48	-	58
Junqueiropolis	1.316	7.654	128	9.097	3	5	0	8
Laranjal Paulista	4.122	2.529	64	6.715	165	184	0	349
Lavinia	1.957	6.107	222	8.286	0	11	-	12
Leme	4.142	8.390	845	13.377	61	233	13	307
Lencois Paulista	11.285	23.174	166	34.625	209	1.016	16	1.240
Limeira	5.396	5.950	712	12.058	370	467	18	855
Lins	9.584	1.932	1.094	12.610	94	33	13	140
Lourdes	1.331	569	93	1.993	0	8	-	8
Lucelia	860	4.806	383	6.049	15	54	8	77
Lucianopolis	378	7	-	385	35	0	-	35

Continua...

Tabela C1 – Continuação

Municípios	Declividade < 12%				Declividade > 12%			
	C	Q	B	Total	C	Q	B	Total
Luis Antonio	9.120	12.913	124	22.157	90	591	6	687
Luiziania	1.212	484	46	1.742	2	1	0	4
Lupercio	-	4	-	4	-	3	-	3
Lutecia	1.071	3.585	934	5.591	20	87	3	110
Macatuba	1.099	12.830	899	14.829	15	631	27	673
Macaubal	201	1.107	91	1.399	-	1	-	1
Macedonia	-	3	-	3	-	-	-	-
Magda	362	1.028	68	1.458	2	9	-	11
Manduri	104	774	-	878	-	38	-	38
Maraba Paulista	363	4.552	26	4.940	3	48	0	51
Maracai	1.694	11.667	600	13.962	3	138	3	145
Marapoama	2.524	1.787	364	4.675	0	4	-	4
Mariapolis	48	496	-	544	-	7	-	7
Marilia	-	8	-	8	-	3	-	3
Martinopolis	4.695	5.639	1.289	11.623	17	143	15	175
Matao	4.930	7.748	133	12.812	14	79	5	98
Mendonca	2.120	289	240	2.649	7	1	1	9
Meridiano	150	105	222	477	1	-	1	1
Miguelopolis	8.319	10.792	774	19.885	5	39	3	46
Mineiros do Tiete	4.846	6.146	245	11.237	233	750	34	1.018
Mirandopolis	624	6.178	729	7.532	-	-	-	-
Mirante do Paranap.	-	836	-	836	-	3	-	3
Mirassol	884	347	3	1.235	2	2	-	4
Mirassolandia	167	1.043	-	1.210	-	7	-	7
Mococa	7.793	6.328	401	14.523	210	781	102	1.093
Mogii-Guacu	842	4.853	264	5.959	30	437	9	475
Moji-Mirim	974	4.553	543	6.069	38	230	20	288
Mombuca	5.476	2.004	15	7.495	445	259	-	704
Moncoes	119	408	665	1.192	1	2	-	3
Monte Alto	954	5.773	99	6.826	36	306	3	346
Monte Aprazivel	2.760	7.055	464	10.279	21	89	4	114
Monte Azul Paulista	841	4.663	310	5.814	1	27	-	28
Monte Mor	2.693	1.793	405	4.891	165	83	12	261
Morro Agudo	23.393	70.313	992	94.698	3	135	1	138
Motuca	7.451	6.227	20	13.697	28	110	2	140
Murutinga do Sul	60	1.390	134	1.584	-	1	-	1
Nantes	2.627	1.906	-	4.533	3	16	-	20
Narandiba	290	1.021	124	1.436	-	3	2	5
Neves Paulista	1.909	1.474	517	3.899	26	15	8	49
Nhandeara	1.247	2.068	397	3.712	2	18	11	31
Nipoa	2.469	619	848	3.936	21	4	4	28
Nova Alianca	1.482	1.188	339	3.009	3	7	6	16
Nova Castilho	493	689	107	1.289	1	0	1	3
Nova Europa	3.374	2.192	76	5.642	20	58	0	79
Nova Granada	1.253	3.637	79	4.968	1	5	-	6
Nova Guataporanga	-	67	-	67	-	-	-	-
Nova Independencia	436	999	-	1.435	-	-	-	-
Nova Luzitania	144	475	94	713	-	4	-	4
Nova Odessa	274	1.046	114	1.433	8	13	6	28
Novais	2.276	4.055	375	6.706	3	12	1	15
Novo Horizonte	14.393	13.497	2.353	30.244	24	55	9	88
Nuporanga	3.575	12.922	521	17.018	56	713	13	782
Ocaucu	96	7	41	144	-	2	-	2
Oleo	68	325	1	394	-	10	0	10

Continua...

Tabela C1 – Continuação

Municípios	Declividade < 12%				Declividade > 12%			
	C	Q	B	Total	C	Q	B	Total
Olimpia	4.919	22.624	276	27.818	20	125	7	151
Onda Verde	593	7.357	-	7.950	1	24	-	25
Orindiuva	4.189	9.233	60	13.482	5	14	-	19
Orlandia	4.462	12.608	132	17.202	13	433	20	465
Oscar Bressane	-	2	-	2	-	0	-	0
Osvaldo Cruz	523	2.064	20	2.607	23	34	2	59
Ourinhos	1.484	6.480	349	8.312	6	162	10	179
Ouro Verde	132	3.985	-	4.117	-	-	-	-
Ouroeste	342	1.831	526	2.699	-	14	2	16
Pacaembu	2.534	1.243	-	3.777	12	3	-	15
Palestina	2.783	3.575	275	6.633	-	4	-	4
Palmares Paulista	1.159	3.513	128	4.801	6	16	-	22
Palmital	381	11.735	1.016	13.132	13	143	15	171
Panorama	-	13	-	13	-	-	-	-
Paraguacu Paulista	17.298	24.880	1.440	43.618	10	137	6	153
Paraíso	1.260	4.186	495	5.941	9	56	6	72
Parapanema	89	741	-	830	-	7	-	7
Parapua	2.981	4.316	93	7.390	27	3	-	31
Parisi	1	-	-	1	-	-	-	-
Patrocinio Paulista	959	4.964	138	6.062	95	739	9	842
Paulinia	582	1.668	123	2.374	12	21	0	33
Paulistania	389	-	71	459	20	-	5	25
Paulo de Faria	5.305	12.405	1.355	19.064	12	125	12	149
Pederneiras	878	29.736	701	31.316	7	616	34	657
Pedranópolis	318	112	101	531	1	-	1	2
Pedregulho	1.869	1.560	22	3.452	23	191	-	213
Pedreira	-	53	-	53	-	44	-	44
Pedrinhas Paulista	39	645	25	709	-	-	-	-
Penapolis	13.245	11.460	793	25.498	28	24	6	58
Pereira Barreto	888	1.002	221	2.112	-	-	-	-
Pereiras	113	117	-	230	0	1	-	1
Piacatu	923	3.157	-	4.080	12	20	-	32
Pindorama	2.756	6.307	330	9.394	14	66	3	83
Piquerobi	-	860	-	860	-	1	-	1
Piracicaba	19.838	20.998	377	41.212	1.408	1.478	13	2.899
Piraju	6	1.235	0	1.241	-	33	-	33
Pirajui	2.188	4.373	781	7.342	20	74	3	96
Pirangi	2.052	5.020	344	7.416	48	125	14	187
Pirapozinho	341	2.679	168	3.188	-	2	-	2
Pirassununga	5.899	10.731	977	17.606	112	540	12	663
Piratininga	-	10	-	10	-	3	-	3
Pitangueiras	8.692	21.208	377	30.277	6	14	-	20
Planalto	5.465	843	1.217	7.524	0	2	-	2
Platina	2.604	1.737	170	4.511	24	13	2	39
Poloni	1.085	1.718	38	2.841	9	22	-	30
Pompeia	754	318	154	1.226	52	1	1	54
Pongai	15	132	37	184	-	7	-	7
Pontal	6.054	20.128	659	26.841	-	18	2	20
Pontalinda	142	383	24	549	-	0	-	0
Pontes Gestal	348	1.453	80	1.881	-	-	-	-
Populina	104	1.626	216	1.945	-	7	-	7
Porto Feliz	8.680	7.247	137	16.065	641	662	1	1.304
Porto Ferreira	1.992	2.964	198	5.155	25	379	7	411
Potirendaba	1.979	1.824	390	4.194	5	13	2	19

Continua...

Tabela C1 – Continuação

Municípios	Declividade < 12%				Declividade > 12%			
	C	Q	B	Total	C	Q	B	Total
Pracinha	34	438	-	472	-	-	-	-
Pradópolis	9.105	937	161	10.204	39	79	1	119
Pratânia	1.993	2.330	2	4.325	58	59	-	117
Presidente Alves	494	880	201	1.575	36	75	2	114
Presidente Bernardes	185	867	4	1.055	-	1	-	1
Presidente Epitácio	-	11	-	11	-	-	-	-
Presidente Prudente	2.129	5.043	60	7.233	18	285	-	303
Presidente Venceslau	29	3.590	24	3.643	-	78	-	78
Promissão	12.423	2.809	1.118	16.351	82	15	2	100
Quadra	563	701	25	1.288	9	23	3	34
Quata	9.526	9.976	640	20.142	66	130	1	196
Queiroz	887	1.337	50	2.274	0	22	-	22
Quintana	0	600	-	600	-	7	-	7
Rafard	4.051	2.753	-	6.804	461	464	-	925
Rancharia	2.680	6.464	605	9.749	8	57	3	67
Regente Feijo	-	655	1	655	-	16	-	16
Reginópolis	831	1.691	309	2.831	33	62	18	113
Restinga	1.135	6.682	9	7.826	87	1.665	1	1.753
Ribeirão Bonito	1.209	8.697	469	10.374	107	1.456	80	1.644
Ribeirão Corrente	384	530	0	915	2	58	-	60
Ribeirão do Sul	78	318	-	396	-	-	-	-
Ribeirão dos Índios	-	2.746	-	2.746	-	0	-	0
Ribeirão Preto	12.175	13.630	81	25.887	427	1.043	6	1.476
Rifaina	227	287	-	514	5	67	-	72
Rincao	7.378	7.563	310	15.252	20	126	-	145
Rinópolis	1.451	1.040	0	2.492	8	3	-	11
Rio Claro	4.287	3.801	159	8.246	316	410	24	750
Rio das Pedras	4.955	7.471	135	12.561	572	730	5	1.307
Riolândia	227	1.026	16	1.270	2	6	2	10
Rubiaceia	944	3.538	62	4.545	10	19	-	29
Sabino	2.205	569	273	3.047	2	2	1	5
Sagres	65	1.904	128	2.097	-	4	0	4
Sales	2.178	1.263	575	4.016	9	5	-	15
Sales Oliveira	3.479	14.487	426	18.393	15	341	24	379
Salmourao	1.355	2.462	15	3.833	1	10	-	11
Saltinho	2.464	947	64	3.476	160	57	1	218
Salto	116	633	169	918	-	32	18	49
Salto Grande	72	1.300	56	1.428	-	26	1	27
St. Adelia	9.146	7.608	704	17.458	42	89	1	133
St. Barbara D'oste	6.590	8.747	348	15.685	227	268	6	501
St. Cruz da Conceicao	1.357	365	63	1.785	137	77	20	234
St. Cruz da Esperanca	1.679	2.656	117	4.451	131	269	21	421
St. C. das Palmeiras	1.902	8.805	1.355	12.061	66	789	56	911
St. Cruz do Rio Pardo	6.805	9.700	707	17.212	129	456	18	603
St. Ernestina	2.310	5.591	254	8.154	0	12	12	24
St. Gertrudes	2.891	2.081	240	5.212	153	126	5	284
St. Lucia	1.960	6.830	74	8.865	16	504	7	528
St. Maria da Serra	3.909	436	925	5.270	112	92	54	257
St. Rita do P. Quatro	3.327	7.081	255	10.663	376	1.528	13	1.917
St. Rosa de Viterbo	3.128	2.821	18	5.967	289	562	0	851
Sto Anastacio	125	2.081	35	2.241	-	15	-	15
Sto Ato da Alegria	-	76	-	76	-	23	-	23
Sto Antonio de Posse	448	1.578	143	2.169	72	168	25	265
Sto Ant do Aracangua	6.449	12.970	990	20.409	20	37	1	58

Continua...

Tabela C1 – Continuação

Municípios	Declividade < 12%				Declividade > 12%			
	C	Q	B	Total	C	Q	B	Total
Sto Expedito	288	860	-	1.147	2	14	-	16
Stopolis do Aguapei	999	2.983	69	4.051	0	18	-	18
Sao Carlos	7.884	15.415	876	24.174	185	1.882	84	2.151
Sao Joao da Boa Vista	88	3.604	1.098	4.791	4	454	103	560
Sao Joao de Iracema	408	3.858	451	4.717	0	8	2	10
Sao Joaquim da Barra	11.774	13.950	401	26.126	45	314	7	366
Sao Jose da Bela Vista	2.776	7.742	519	11.037	109	1.163	32	1.304
Sao Jose do Rio Pardo	197	378	9	585	126	236	2	365
Sao Jose do Rio Preto	1.487	1.111	60	2.658	4	9	-	13
Sao Manuel	10.252	16.532	119	26.903	1.366	1.918	7	3.292
Sao Pedro	2.514	4.443	16	6.973	480	505	1	986
Sao Pedro do Turvo	943	1.544	131	2.617	27	22	0	49
Sao Simao	5.421	10.293	70	15.784	256	2.211	15	2.481
Sarutaia	-	103	-	103	-	59	-	59
Sebastianopolis do Sul	1.055	2.373	121	3.548	10	14	-	24
Serra Azul	6.078	6.040	45	12.163	356	943	8	1.308
Serra Negra	2	360	49	411	-	222	16	238
Serrana	1.956	4.841	29	6.825	89	489	2	580
Sertaozinho	8.365	16.426	1.407	26.197	11	139	1	151
Severinia	461	3.772	86	4.318	0	33	4	37
Sorocaba	167	366	1	534	3	4	-	7
Sud Menucci	1.921	5.644	606	8.171	-	1	-	1
Sumare	446	2.001	197	2.643	5	10	-	15
Suzanapolis	794	2.049	1.561	4.404	6	1	4	10
Tabapua	4.526	9.301	878	14.706	27	28	1	56
Tabatinga	2.060	3.105	128	5.293	23	32	0	55
Taciba	1.400	2.047	91	3.537	41	6	-	47
Taiacu	204	2.994	75	3.274	3	17	0	21
Taiuva	1.498	4.856	56	6.409	14	118	-	132
Tambau	6.229	4.817	202	11.247	573	909	59	1.541
Tanabi	1.254	1.289	17	2.560	8	12	-	21
Tapiratiba	378	1.566	328	2.272	140	625	133	898
Taquaral	35	1.018	20	1.072	-	9	-	9
Taquaritinga	5.026	18.264	164	23.454	19	170	0	189
Taquarituba	57	568	9	634	1	55	1	57
Tarabai	794	74	79	948	-	-	-	-
Taruma	1.016	16.610	1.871	19.497	0	60	12	73
Tatui	3.203	3.958	200	7.361	102	150	30	281
Teodoro Sampaio	327	15.493	108	15.928	-	4	-	4
Terra Roxa	3.575	11.550	220	15.345	2	36	-	38
Tiete	5.373	4.494	13	9.880	542	583	0	1.126
Timburi	-	25	-	25	-	10	-	10
Torrinha	3.307	1.747	1.474	6.528	196	319	143	657
Trabiju	1.402	1.543	436	3.381	19	154	32	205
Tupa	191	442	-	633	4	4	-	8
Tupi Paulista	59	756	16	830	-	-	-	-
Turiuba	78	30	50	157	-	-	0	0
Turmalina	-	80	-	80	-	-	-	-
Ubarana	2.838	2.516	974	6.328	1	19	1	22
Ubirajara	-	-	67	67	-	-	-	-
Uchoa	4.144	4.200	481	8.825	9	9	0	17
Uniao Paulista	1.393	312	466	2.170	-	-	-	-
Uru	24	471	-	495	-	3	-	3
Urupes	5.115	3.333	1.244	9.692	10	22	3	35

Continua...

Tabela C1 – Conclusão

Municipios	Declividade < 12%				Declividade > 12%			
	C	Q	B	Total	C	Q	B	Total
Valparaiso	7.676	18.966	976	27.618	7	17	0	25
Vargem Gde do Sul	432	3.305	418	4.155	19	290	30	340
Viradouro	4.223	10.608	740	15.571	1	11	-	13
Vista Alegre do Alto	754	2.644	110	3.508	3	61	2	66
Vitoria Brasil	-	85	-	85	-	-	-	-
Votuporanga	310	1.858	296	2.463	1	5	2	7
Zacarias	1.208	904	283	2.395	3	-	0	3
Total	1.075.111	2.029.275	127.287	3.231.673	23.743	82.127	4.510	110.381

PUBLICAÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS EDITADAS PELO INPE

Teses e Dissertações (TDI)

Teses e Dissertações apresentadas nos Cursos de Pós-Graduação do INPE.

Manuais Técnicos (MAN)

São publicações de caráter técnico que incluem normas, procedimentos, instruções e orientações.

Notas Técnico-Científicas (NTC)

Incluem resultados preliminares de pesquisa, descrição de equipamentos, descrição e ou documentação de programa de computador, descrição de sistemas e experimentos, apresentação de testes, dados, atlas, e documentação de projetos de engenharia.

Relatórios de Pesquisa (RPQ)

Reportam resultados ou progressos de pesquisas tanto de natureza técnica quanto científica, cujo nível seja compatível com o de uma publicação em periódico nacional ou internacional.

Propostas e Relatórios de Projetos (PRP)

São propostas de projetos técnico-científicos e relatórios de acompanhamento de projetos, atividades e convênios.

Publicações Didáticas (PUD)

Incluem apostilas, notas de aula e manuais didáticos.

Publicações Seriadas

São os seriados técnico-científicos: boletins, periódicos, anuários e anais de eventos (simpósios e congressos). Constam destas publicações o Internacional Standard Serial Number (ISSN), que é um código único e definitivo para identificação de títulos de seriados.

Programas de Computador (PDC)

São a seqüência de instruções ou códigos, expressos em uma linguagem de programação compilada ou interpretada, a ser executada por um computador para alcançar um determinado objetivo. São aceitos tanto programas fonte quanto executáveis.

Pré-publicações (PRE)

Todos os artigos publicados em periódicos, anais e como capítulos de livros.